

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SOCIOECONÔMICO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO**

Emiliana Margotti

**A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS METROLÓGICOS PARA A INDÚSTRIA 4.0:  
Uma avaliação dos laboratórios da Rede SIBRATEC RP2M.**

Florianópolis

2018

Emiliana Margotti

**A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS METROLÓGICOS PARA A INDÚSTRIA 4.0:  
Uma avaliação dos laboratórios da Rede SIBRATEC RP2M.**

Trabalho de Curso apresentado à disciplina CAD  
CAD7305 como requisito parcial para a obtenção  
do grau de Bacharel em Administração pela  
Universidade Federal de Santa Catarina.

Enfoque: Monográfico

Área de concentração: Produção e Desenvolvimento

Orientador: Prof. Dr. Rolf Hermann Erdmann

Co orientador: Prof. Dr. Gustavo Daniel Donatelli

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Margotti, Emiliana

A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS METROLÓGICOS PARA A INDÚSTRIA 4.0

- Uma avaliação dos laboratórios da Rede SIBRATEC RP2 / Emiliana Margotti ;  
orientador, Rolf Hermann Erdmann, co orientador, Gustavo Daniel Donatelli,  
2018.

77 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro Sócio Econômico, Graduação em Administração, Florianópolis,  
2018.

Inclui referências.

1. Administração. 2. Indústria 4.0. 3. Transformação Digital. 4. Serviços  
Metrológicos. I. Hermann Erdmann, Rolf. II. Daniel Donatelli, Gustavo. III.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Administração. IV. Título.

Emiliana Margotti

**A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS METROLÓGICOS PARA A INDÚSTRIA 4.0:  
Uma avaliação dos laboratórios da Rede SIBRATEC RP2M.**

Este Trabalho de Curso foi julgado adequado e aprovado na sua forma final pela Coordenadoria Trabalho de Curso do Departamento de Ciências da Administração da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 20 de novembro de 2018.

---

Prof.<sup>a</sup>. Márcia Barros de Sales, Dra.  
Coordenadora de Trabalho de Curso

**Avaliadores:**

---

Prof. Rolf Hermann Erdmann, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Gustavo Daniel Donatelli, Dr.  
Co orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Paulo Otolini Garrido, Dr.  
Avaliador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Monique Nascimento Ms<sup>a</sup>.  
Avaliadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

A meu pai, que hoje não está aqui  
em corpo físico, mas tenho certeza  
que está orgulhoso de onde estiver.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao colo consolador recebido da família, ao amor restaurador doado do meu namorado, ao aconselhamento ganho dos melhores profissionais que poderia ter como colegas, as inúmeras sessões de terapia, as risadas com meus amigos, aos “lambeijos” e “ronrons” dos meus filhotes - só o amor constrói!

A Fundação CERTI por mais essa oportunidade de evolução profissional.

Gratidão.

*“O passado está cada vez menos profético, o futuro cada vez menos previsível e o presente quase não existe. Tudo é mudança acelerada.”*

Dee Hock – Nascimento da Era Caórdica

*“Este é o momento em que o que mais precisamos é de pessoas suficientes com a habilidade, o coração e a sabedoria para nos ajudar a sair da beira do colapso e seguir para um caminho diferente.”*

Otto Scharmer - Leading from the Emerging

## RESUMO

A era da transformação digital, conceituada por termos como “4ª Revolução Industrial”, “Indústria 4.0”, “Manufatura Avançada” tem gerado tendências disruptivas nas áreas tecnológica, estratégica e organizacional. Este novo marco das indústrias faz com que os prestadores de serviços devam acompanhá-la buscando suprir novas demandas. Neste sentido pergunta-se: Como pode ser a prestação de serviços metrológicos para a Indústria 4.0? Afim de responder este questionamento o objetivo principal desta pesquisa é propor um conjunto de práticas operacionais para laboratórios de serviços metrológicos, visando atender as Indústrias 4.0. Para tal, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para selecionar os fatores similares entre a Indústria 4.0 e a prestação de serviços, e por meio de um levantamento foi interpretada a opinião dos integrantes da Rede SIBRATEC RP2M, acerca das características do produto a ser ofertado, operações e tecnologias aplicáveis. Foi possível concluir que dentre as práticas operacionais a atender as Indústrias 4.0, está o monitoramento dos processos produtivos dos clientes, cabendo ao laboratório receber dados em tempo real e prestar um atendimento remoto. Também, ter interface digital de assistência e oferecer serviços remotos são operações que podem estar presentes no processo de suporte ao cliente em todos os laboratórios metrológicos. Por fim, as tecnologias implantadas em um laboratório deverão ser vistas como um ativo que além de otimizar os seus processos também gerarão benefícios a seus clientes. Desta forma, esse trabalho apresentou um conjunto de soluções técnicas, tecnológicas e organizacionais que podem ser avaliadas pelos prestadores de serviços a fim de se manterem competitivos nesse contexto digital.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0. Transformação Digital. Serviços Metrológicos.



## **ABSTRACT**

The digital transformation era, conceptualized as "4th Industrial Revolution", "Industry 4.0" or "Smart Manufacturing" has generated disruptive trends in the technological, strategic and organizational areas. This new milestone of the industries causes that the service providers must accompany it seeking to meet new demands. In this sense, we ask: How can metrological services be provided for Industry 4.0? In order to answer this questioning, the main objective of this research is to propose a set of operational practices for laboratories of metrological services, aiming to attend Industries 4.0. For this, a bibliographical research was done to select the similar factors between Industry 4.0 and the service rendering, and through a survey was interpreted the opinion of the members of the SIBRATEC RP2M Network, about the characteristics of the product to be offered, set of operations and technologies applicable. It was possible to conclude that among the operational practices to be met by Industries 4. is the monitoring of the productive processes of the clients monitor the productive processes of the clients and for this it will need to receive data in real time and provide a remote service. Besides, having a digital service interface and offering remote services are operations that can be present in the customer support process in all metrological laboratories. Finally, the technologies deployed in a laboratory should be seen as an asset that in addition to optimizing its processes will also generate benefits to its customers. In this way, this work presented a set of technical, technological and organizational solutions that can be evaluated by the service providers in order to remain competitive in this digital context.

**Keywords:** Industry 4.0. Digital Transformation. Metrological Services.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais setores impactados pela digitalização.....	21
Figura 2 - Lista de Iniciativas Nacionais da UE em 2017.....	23
Figura 3 - Etapas do desenvolvimento Industrial.....	25
Figura 4 - Princípios da Indústria 4.0 e Aplicações .....	26
Figura 5 - Dimensões propostas em modelos de maturidade em Indústria 4.0.....	28
Figura 6 - Condições Gerais da Indústria 4.0.....	30
Figura 7 - Participação dos setores da economia no PIB (%). .....	33
Figura 8 - Organização das funções de TIB.....	35
Figura 9 - Processo básico existente em laboratórios metrológicos.....	38
Figura 10 - <i>Framework</i> para modelos de desenvolvimento de serviços .....	40
Figura 11 - Enquadramento metodológico.....	42
Figura 12 - Área de Abrangência da RP2M.....	52
Figura 13 - Gráfico Palavras apresentadas e contagem de apresentação .....	54
Figura 14 - Palavras apresentadas e contagem de apresentação.....	56
Figura 15 - Desafios para implantação de um serviço metrológico para a I4.0. ....	58
Figura 16 - Características da operação da Oferta .....	59
Figura 17 - Características do produto ofertado .....	61
Figura 18 - Tecnologias para Avaliação de Serviços .....	62
Figura 19 - Tecnologias para Preparação de Serviços .....	63
Figura 20 - Tecnologias para Realização do Serviços .....	63
Figura 21 - Tecnologias para Entrega dos Resultados .....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BRICS	Países (Brasil, Rússia, Índia e China) que juntos formam um grupo político de cooperação.
CBM	Comitê Brasileiro de Metrologia
CNI	Confederação Nacional da Indústria
Conmetro	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
CLP	Controle Lógico Programável
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
CPS	( <i>Cyber-Physical Systems</i> ) Sistemas Ciberfísicos
ENCTI	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IoT	( <i>Internet of Things</i> ) Internet das coisas
I4.0	Indústria 4.0
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
O&M	Serviço de Operação e Manutenção
P&D+I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PSS	( <i>Product-Service System</i> ) Sistema conjunto de Produto e Serviço
PWC	Price Water House Coopers
RP2M	Rede SIBRATEC de Serviços Tecnológicos para Produtos de Manufatura Mecânica
TIB	Tecnologia Industrial Básica
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
WEF	( <i>World Economic Forum</i> ) Fórum Econômico Mundial
SIBRATEC	Sistema Brasileiro de Tecnologia

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA .....	14
1.2	OBJETIVOS .....	16
<b>4.1.1.</b>	<b>Geral .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1.2.</b>	<b>Específicos .....</b>	<b>16</b>
1.3	JUSTIFICATIVA .....	16
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	17
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
2.1	A DIGITALIZAÇÃO E A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL.....	18
2.2	A DIGITALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA – INDÚSTRIA 4.0.....	21
<b>4.1.3.</b>	<b>Histórico .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.4.</b>	<b>Conceitos propostos, tecnologias habilitadoras e dimensões avaliadas .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1.5.</b>	<b>Indústria 4.0 no Brasil.....</b>	<b>29</b>
2.3	SERVIÇOS .....	31
<b>4.1.6.</b>	<b>Serviços metrológicos .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.7.</b>	<b>Visão sistêmica dos processos de um laboratório prestador de serviços metrológicos .....</b>	<b>37</b>
2.4	A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0.....	38
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>42</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	42
3.2	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA .....	43
3.3	LEVANTAMENTO.....	44
<b>4.1.8.</b>	<b>Sujeitos de pesquisa.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.9.</b>	<b>Instrumento de coleta.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.10.</b>	<b>Procedimentos.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1.11.</b>	<b>Análise de Dados.....</b>	<b>47</b>
3.4	LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	48
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS .....</b>	<b>49</b>
4.1	FATORES SIMILARES ENTRE A INDÚSTRIA 4.0 E A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS.....	49
4.2.	APRESENTAÇÃO DA REDE SIBRATEC RP2M .....	51
4.3.	INTERPRETAÇÃO DOS MEMBROS DA REDE RP2M SOBRE O CONCEITO DE INDÚSTRIA 4.0 E A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS PARA ESTA.....	52
<b>4.3.1.</b>	<b>Perfil dos Respondentes .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3.2.</b>	<b>Interpretação da Indústria 4.0 .....</b>	<b>53</b>
<b>4.3.3.</b>	<b>Interpretação dos serviços metrológico para Indústria 4.0 .....</b>	<b>56</b>
4.4.	ELEMENTOS PARA PROJEÇÃO DO SERVIÇO METROLÓGICO FOCADO NA INDÚSTRIA 4.0. ....	58
<b>4.4.1.</b>	<b>Operações e Clientes .....</b>	<b>59</b>
<b>4.4.2.</b>	<b>Produtos .....</b>	<b>60</b>
<b>4.4.3.</b>	<b>Tecnologias.....</b>	<b>61</b>
4.5.	PROPOSIÇÃO DE PRÁTICAS OPERACIONAIS DO SERVIÇO METROLÓGICO FOCADO PARA A INDÚSTRIA 4.0.....	65
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>67</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>69</b>

<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO .....</b>	<b>73</b>
--	-----------

# 1 INTRODUÇÃO

Neste presente capítulo, apresenta-se o contexto em que se insere o tema estudado, seu problema de pesquisa, objetivo geral, objetivos específicos e a justificativa de realização do estudo, levando em conta a importância do tema, e sua viabilidade e relevância. Apresenta-se também a estrutura geral do trabalho.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

O processo de transformação digital está a cada dia mais visível em nossa sociedade, assim as organizações e seus processos também trilham esse novo caminho. Apesar de tão comum em nosso cotidiano a definição das dimensões da ‘transformação digital’ ainda não está difundida de maneira clara para que todos possam tomar a mesma direção.

De acordo com Khan (2016), a transformação digital é o fruto da digitalização, ou seja, a troca do analógico pelo digital – por exemplo, a folha pelo *software* de edição – não se limitando apenas na concepção de novas tecnologias, mas também em novas formas de tornar as organizações mais competitivas, otimizando seus processos.

A ausência de um conceito claro, e o compartilhamento deste, faz surgir uma série de movimentos que buscam entender a transformação digital nos mais diversos setores.

Quando observamos esse movimento relacionado a indústria, notamos um grande murmúrio sobre o tema ‘Indústria 4.0’. A Alemanha foi vanguardista desta onda de inovação, quando em 2011 iniciou sua pesquisa buscando, por meio do processo de transformação digital, aumentar a competitividade do seu parque industrial (KAGERMANN et al., 2013). A agitação foi acompanhada por outros países da Europa como Inglaterra, Itália, França, Holanda, Portugal, dentre outros 10 países que - em acordo com a imprensa da Comissão da União Europeia - se juntaram para compor uma ‘Plataforma Europeia para digitalização da economia e indústria’ que visa a partilha de experiências, projetos e investimentos colaborativos, a exploração de abordagens comuns a problemas regulamentares e a troca de informação sobre estratégias para requalificar a mão-de-obra.

No Brasil os estudos se intensificaram nos últimos anos e ganharam força junto ao Governo Federal com o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para Manufatura Avançada estando alicerçado a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - ENCTI 2016-2022. O objetivo do plano é:

Propiciar condições de acesso e inserção das empresas brasileiras no ecossistema de manufatura avançada, com suporte da ciência, tecnologia e inovação para desenvolvimento de cadeias produtivas de setores econômicos

estratégicos e promissores para o País, que atendam a demandas de alcance social (BRASIL, 2017, p. 13).

Entende-se que esse documento possa ser um balizador para as indústrias brasileiras que queiram se manter competitivas não só a nível nacional como também internacional. Assim muitas empresas serão coagidas a passar por esse processo de transformação digital.

Visto essa necessidade da manufatura se adequar à era digital, seus prestadores de serviços também deverão se digitalizar para que a continuem atendendo. Por sua vez, o presente estudo destaca os serviços metrológicos, prática que garante a confiabilidade dos padrões e equipamentos, por meio da aferição e calibração dos mesmos (FROTA, 1994). Tais serviços possuem importância não apenas econômica, mas também de segurança, tendo em vista que o provimento deste se dá observando padrões pré-estabelecidos. Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, a metrologia tem extrema importância nas exportações, pois de forma a superar as barreiras técnicas, a indústria brasileira precisa demonstrar que seus produtos têm a qualidade exigida a um custo competitivo (FLEURY, 2007). Em suma, as indústrias necessitam contratar os serviços metrológicos para comprovar a adequação de seus produtos.

Um grande desafio na venda destes serviços, é que para ter o entendimento sobre a importância dos mesmos, o cliente precisa ter conhecimento técnico sobre a atividade a ser contratada e, principalmente, sobre as tolerâncias e especificações dos seus processos (OLIVEIRA, MARGOTTI, OLIVEIRA, 2017).

Buscando superar essa barreira de mercado muitos laboratórios prestadores de serviços metrológicos buscam o agrupamento em redes tecnológicas, mirando o aumento do seu faturamento, produtividade e competitividade. Nesse sentido, criada em 2009, por iniciativa do MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, como apoio ao desenvolvimento da oferta de serviços tecnológicos em metrologia, normalização e avaliação da conformidade, a Rede RP2M - Rede SIBRATEC de Serviços Tecnológicos para Produtos de Manufatura Mecânica – visa integrar os prestadores de serviços tecnológicos, com foco na superação de exigências técnicas nacionais e facilitação do acesso aos diferentes mercados mundiais.

Baseado no proposto por Schwab (2016), que para todas as empresas, sem exceção, no contexto de transformação digital, haverá rupturas e necessidade de adaptação, para continuar ofertando serviços adequados a manufatura, não só compulsórios, mas também com potencial diferenciador estratégico de mercado, os laboratórios prestadores de serviços metrológicos também deverão refletir sobre estes questionamentos e se contextualizar nessa nova onda da revolução 4.0.

Nesse contexto, idealizou-se a seguinte pergunta de pesquisa: “Como pode ser a prestação de serviços metrológicos para a Indústria 4.0?”

## 1.2 OBJETIVOS

Para responder à pergunta de pesquisa apresentada foram definidos os seguintes objetivos:

### 4.1.1. Geral

O objetivo central desta pesquisa é sugerir um conjunto de práticas operacionais para laboratórios de serviços metrológicos, visando atender as Indústrias 4.0.

### 4.1.2. Específicos

- a) Selecionar os fatores similares entre a Indústria 4.0 e a prestação de serviços;
- b) Interpretar como a Rede RP2M compreende a Indústria 4.0 e a prestação de serviço metrológico para esta;
- c) Projetar, por meio da avaliação dos membros da Rede RP2M, a prestação de serviços metrológicos focada na indústria 4.0 dentro dos fatores selecionados.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

A sociedade passa por um processo acelerado de inovações tecnológicas que transformam continuamente os processos, os produtos e junto a isso também as pessoas. A competitividade neste contexto demanda das empresas uma busca constante por produtividade, redução do tempo de lançamento de novos produtos e geração de novos modelos de negócio.

A dinâmica de vantagem competitiva desse cenário está fortemente ligada à capacidade de adaptação e uso das inovações tecnológicas de forma estratégica para atender a necessidades dos seus clientes. Assim entende-se que as empresas que não adotarem esse modelo de visão sistêmica/tecnológica do mercado entrarão nos índices, já bastante expressivos, de mortalidade de organizações que não consideraram essa evolução.

Os laboratórios prestadores de serviços metrológicos como têm como principal cliente a indústria – pela necessidade de atendimento a conformidade dos seus instrumentos de medição (FLEURY, 2007). Assim carecem entender como esse processo de digitalização está ocorrendo, buscando compreender como podem suprir novas demandas.

A temática começou a ser debatida nos últimos anos no Brasil, tendo pouca publicação de caráter científico na área de gestão sobre o mesmo. Em buscas no repositório *Scientific Periodicals Electronic Library* (SPELL), pelos assuntos “Indústria 4.0” e “Manufatura



Avançada” e “Transformação Digital”, foram encontrados apenas 4 artigos sobre Transformação Digital, o que caracteriza a baixa produção na área de Administração nesse assunto, visto que esta base é referência para as áreas de Administração Pública e de Empresas, Contabilidade e Turismo.

Nota-se que muito se têm debatido sobre os aspectos tecnológicos da Indústria 4.0 – sistemas ciberfísicos, IoT, *Cloud computing* - mas ainda há uma grande lacuna nos estudos sobre sua forma de gestão e os impactos da sua cadeia de valor.

No contexto da indústria há um forte interesse do governo brasileiro em avaliar os impactos das inovações tecnológicas na cadeia de valor, entendendo que o processo de transformação digital que acontece na manufatura, não ocorre de maneira isolada, visto que acontece em uma sociedade contemporânea, complexa e interligada, assim há necessidade de compreensão desta nos mais diversos atuantes nesta rede.

Direcionar o estudo para os laboratórios da rede RP2M faz o mesmo se tornar viável, pois conforme Schumacher, Erol e Sihm (2016), para abordar o assunto Indústria 4.0 com gestores é necessário que os mesmos tenham um conhecimento prévio sobre o assunto, neste sentido atualmente a rede vem trabalhando no processo de conscientização e mobilização dos seus membros para o alinhamento de conhecimentos acerca da temática.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto de um referencial teórico acerca do tema abordado, onde são apresentados os conceitos de autores sobre Indústria 4.0, serviços metrológicos e serviços voltados para a Indústria 4.0. Após, é apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa.

Seguindo-se, no capítulo posterior, tem-se a análise dos dados coletados com a proposição de um conjunto de boas práticas para laboratórios de serviços metrológicos, visando atender as Indústrias 4.0. E por último, as considerações finais, referências utilizadas e apêndice.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa etapa é apresentada a revisão de literatura acerca do tema proposto. Serão abordados os conceitos de digitalização e como ocorre esse processo na indústria, as tecnologias habilitadoras, apresentada a prestação de serviços com enfoque nos serviços metrológicos e aponta sua importância para economia do Brasil.

### 2.1 A DIGITALIZAÇÃO E A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

O processo de transformação digital iniciou junto com as primeiras tecnologias de informação. Apesar do longo período de atuação em nossa sociedade, esse vem ganhando destaque crescente no meio acadêmico e empresarial. Conceituado como a ‘quinta onda de Kondratiev’, ou ‘*5th economic supercycle*’, a digitalização altera não apenas aos processos e as possibilidades de produção, mas também nosso modo de ser (KHAN, 2016).

Baseado nessa onda da economia em setembro de 2015 o *World Economic Forum* - WEF, lançou o relatório intitulado como “*Deep Shift Technology - Tipping Points and Societal Impact*”, trazendo um apontamento sobre as tecnologias que poderão remodelar a nossa sociedade. São citadas seis megatendências de *software* e serviços que estão remodelando sociedade (WEF, 2015):

- Pessoas e a internet: a maneira como as pessoas se conectam umas com as outras e com as informações está sendo modificada. O conceito de “*digital presence*” é uma nova forma de interação;
- Computação, comunicação e armazenamento em qualquer lugar: redução de custos e tamanho das tecnologias, aliada ao uso exponencial da Internet, faz surgir uma computação onipresente;
- Internet das coisas (IoT): sensoriamento cada vez mais barato e pequeno está sendo implantado em cidades, transportes e processos produtivos;
- Inteligência Artificial e Big-Data: crescimento exponencial da digitalização, da informação acerca de tudo e de todos, associados a *software* com algoritmos cada vez mais sofisticados e capazes de aprender e evoluir sozinhos, começam a ocupar lugares até agora reservados ao homem, inclusive lugares de decisão;
- Economia compartilhada e confiança distribuída: as redes sociais, a partilha de recursos em vez da sua aquisição, criam novos modelos de negócio alterando a forma como nos relacionamos e a percepção de confiança entre parceiros;

- Digitalização da matéria: a impressão 3D fruto da produção aditiva, utiliza materiais cada vez mais evoluídos e inteligentes transformado o mercado industrial, doméstico e de saúde.

Todas essas tendências apontam como a digitalização é impulsionadora de uma forte transformação na forma em que nos comunicamos, relacionamos e transferimos valor. Assim, para que se tenha melhor entendimento do impacto dessa, é importante que se tenha o discernimento sobre sua semântica, pois frequentemente os termos “digital”, “digitalização” e “transformação digital” são entendidos como expressões gerais, sinônimas, para descrever as maiores mudanças tecnicamente induzidas que ocorrem na sociedade (KHAN, 2016).

O termo “digital” é o processo de conversão de informação analógica em formato digital. Já a “digitalização”, está relacionada à questão de transformar os processos físicos em processos virtuais utilizando-se tecnologias específicas para tal (COLLIN et al., 2015). A “transformação digital” por sua vez é o conjunto de técnicas utilizadas para adaptação dos indivíduos, negócios, e da sociedade ao resultado da digitalização (KHAN, 2016).

Em sua pesquisa recente denominada “*Leadership in the digital age – A study on the effects of digitalization on top management leadership*”, conforme Quadro 1, Khan (2016) aponta seis características principais que acompanham o processo de digitalização.

**Quadro 1 - Características que acompanham a digitalização**

<b>Interconectividade</b>	Interconexão e integração de negócios, ferramentas de comunicação e interação social das organizações ampliam a possibilidade de compartilhamento de conhecimento e práticas que impulsionam a produtividade, sustentabilidade, qualidade e eficácia em ambientes estruturados
<b>Diminuição do “time lag” e abundância de informações</b>	Cronogramas mais curtos para a tomada de decisões, aumento da velocidade da informação, gestão organizacional em tempo real e aumento das formas de interação são resultados diminuição do atraso e abundância de informações
<b>Maior transparência e complexidade</b>	Diante do aumento da complexidade organizacional a transparência é fundamental para gerenciar a transformação organizacional
<b>Remoção de hierarquia e dissolução de barreiras pessoais</b>	A medida que as organizações se tornam mais fluidas, as suas hierarquias também devem ser modificadas. Conceitos como “ <i>reverse-mentoring programs</i> ” e “ <i>alignment of business and IT – so called strategic alignment</i> ” são vistos como fundamentais
<b>Decisão facilitada e melhoria da integridade</b>	A digitalização permite processos de tomada de decisão mais ágeis em níveis estratégico, tático ou operacional
<b>Efeito “humanizante”</b>	À medida que a digitalização reformula os cinco principais domínios - clientes, concorrência, dados, inovação e valor - também permite que os seres humanos interajam, comuniquem e interliguem mais facilmente através de plataformas e ferramentas virtuais de maneira intuitiva

Fonte: Adaptado de Khan (2016).

Nota-se como as tecnologias da informação, que possibilitam a digitalização, impactam e modificam a sociedade. Azevedo (2017), contribui ao afirmar que a transformação digital é

uma peça-chave para a inovação e deve tornar-se prioridade para universidades, empresas e governos lançando desafios na produção do futuro, com o uso de tecnologias inovadoras, ritmo acelerado da mudança tecnológica, flexibilidade e soluções individualizadas, para atender um público cada vez mais diversos. Bounfour (2016) apud Khan (2016), aponta que a transformação digital é acompanhada por cinco tendências disruptivas:

- Estratégica: a forma de atuação do *business* leva inevitavelmente a atuação de forma conjunta – a formação de rede de negócios;
- Social e ética: as relações atuais dentro das sociedades diferem à medida que elas evoluem e se adaptam ao desenvolvimento contínuo da TIC - mudando as normas futuras de conduta;
- Organizacional: o modelo tradicional de organização está mudando o formato de suas estruturas, processos e padrões para modelos mais fluidos de organização;
- Tecnológica: como artefatos informacionais se tornaram comuns na esfera digital e física, o rápido desenvolvimento de TIC e inovação se tornaram elementos cruciais a serem considerados;
- Regulatória: à medida que novos padrões e regulamentos surgem há a necessidade de garantir a adequação de todos ao novo sistema.

Collin et al. (2015) apontam que o gerenciamento correto da tecnologia digital poderá melhorar as experiências e envolvimento do cliente, simplificar operações, e criar novas linhas e modelos de negócios, não se limitando assim apenas a forma organizacional, mas os produtos e serviços também serão digitalizados.

Neste contexto a informação e a sua partilha serão fatores diferenciadores para as empresas. Collin et al. (2015, p. 31, tradução nossa), afirmam que “os dados serão o petróleo de futuros negócios” assim a sua análise em tempo real e aprendizagem de máquina criará valor comercial adicional. Os negócios se tornarão mais dinâmicos e em rede, de modo que muitos *stakeholders* poderão fornecer ao mesmo cliente serviços em tempo real, com soluções personalizadas, deixando de ter negócios dos tipos vertical e horizontal para negócios distribuídos, agregando valor ao cliente final.

A digitalização é vista como uma megatendência internacional, atuante em todos os setores. Conforme estudo “Desafios para indústria 4.0 no Brasil” publicado pela CNI – Confederação Nacional da Indústria em 2016 a digitalização tem potencial para revolucionar diversas áreas. A Figura 1, retrata os principais setores impactados pela digitalização.

**Figura 1 - Principais setores impactados pela digitalização.**



Fonte: CNI (2016, p. 9).

Em acordo com o estudo Fitzgerald (2013) apud Collin et al. (2015), a transformação digital será crítica para a maioria das organizações dentro dos próximos anos, e quase nenhuma empresa estará blindada da ‘perturbante’ concorrência causada pela adoção generalizada de tecnologias digitais. Desta forma é perceptível que esta mudança afetará toda a cadeia produtiva nos mais diversos ramos e setores, se tornando muito ampla e de extrema complexidade. Desde a forma esse trabalho contextualizará esse processo apenas no contexto industrial.

## 2.2 A DIGITALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA – INDÚSTRIA 4.0

Quando incorporamos a digitalização no ramo industrial, temos o que hoje é popularmente conhecido como “Indústria 4.0”. Os movimentos acerca da digitalização das indústrias são fonte de interesse de diversos países, lideradas por países desenvolvidos com alto investimento em P&D+I – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, como Estados Unidos e Alemanha, que buscam viabilizar o fortalecimento de suas indústrias. O termo “Indústria 4.0” é a visão alemã da transformação digital e a maneira como as indústrias e pessoas se relacionarão em um futuro próximo. Em acordo com Azevedo (2017), outros países também se posicionam para o estudo e desenvolvimento do tema:

- *Industrial Internet Consortium* – organização norte americana que visa estudos em *Industrial Internet of Things (IIoT)* com aplicação mais ampla do que a produção industrial incluindo também redes elétricas inteligentes;
- *Advanced Manufacturing Partnership 2.0* – Programa Norte Americano que estuda as tecnologias emergentes e a forma como impactam a sociedade;
- *Industrie 4.0 Platform* – Plataforma colaborativa alemã que visa criar recomendações conjuntas para todas as partes interessadas do setor manufatureiro;

- *Smart Manufacturing Leadership Coalition* – visa reduzir os riscos do desenvolvimento de tecnologias de manufatura avançada, mediante a criação de padrões e plataformas de teste;
- *Catapult Centers* - uma rede de centros líderes mundiais projetados para transformar a capacidade de inovação do Reino Unido, com destaque ao *Manufacturing Technology Norwegian, Catapult* - Centro Norueguês de Tecnologia para Manufatura;
- *Factories of the Future (FoF)* – iniciativa europeia que promove o desenvolvimento de novas e inovadoras tecnologias de produção;
- *Made in China 2025* – programa chinês que visa transformar o país em um gigante de tecnologia;
- *Industrie du future* – iniciativa francesa a que visa uma indústria de alianças do futuro acompanhando as empresas em direção a uma indústria conectada, otimizada e criativa;
- *Manufacturing Innovation 3.0* – política, sul coreana, de fabricação avançada que visa uma mudança em todos os paradigmas atuais, por meio da convergência de TI, SW e IoT.

Cavalcante e Almeida (2017), apontam que apesar do objetivo semelhante de todas essas iniciativas não há na literatura um consenso para definição do termo, dificultando a aplicação prática do mesmo. A diversidade de definições provenientes das diferentes iniciativas e ao *marketing* que Drath e Horch (2014) definem como “excessivamente ambicioso”, criaram confusão em vez de aumentar a transparência do tema, obscurecendo as visões futuras reais e sólidas por trás do “*Industrie 4.0*”, levando muitos a não compreender se a Indústria 4.0 é um nome popularmente utilizado para vender algo, ou uma realidade que deve ser observada de perto.

Alguns governos já buscam a convergência entre as arquiteturas propostas visando reduzir a confusão do mercado e a aumentar as possibilidades de cooperação. Um exemplo é a parceira da *Industrial Internet Consortium* com a *Industrie 4.0 Platform* anunciada em 2016. Caso também da União Europeia que criou uma plataforma para investimentos conjuntos que, conforme a Figura 2, abrange todas as iniciativas da União Europeia, visando uma cooperação transfronteiras e transetorial e uma aprendizagem mútua, entendendo que nenhum Estado-Membro conseguiria alcançar estes objetivos sozinho.

**Figura 2 - Lista de Iniciativas Nacionais da UE em 2017.**



Fonte: Coordenação de iniciativas europeias, nacionais e regionais - Comissão Europeia, (2017).

No Brasil os esforços e estudos a respeito desta temática ainda são bastante recentes. Com relação a terminologia aqui utilizada ainda há bastante confusão entre os termos “Manufatura Avançada” e “Indústria 4.0” não havendo uma padronização da taxonomia (BRASIL, 2017), (CNI, 2016).

#### **4.1.3. Histórico**

Para compreender a indústria 4.0, ou manufatura avançada, é necessário que se tenha o conhecimento sobre o que nos trouxe até aqui. A indústria nos últimos séculos passou por inúmeras mudanças que provocaram grandes impactos sociais e econômicos. O “4.0” trazido na nomenclatura faz referência às fases passadas do desenvolvimento trazidos pelas inovações na indústria, que geraram novas tecnologias, e novas formas de organização da sociedade (SCHWAB, 2016).

Desta forma a indústria 4.0 faz referência a 4ª Revolução Industrial. Em acordo com Schwab (2016), a palavra “revolução” denota uma mudança abrupta e radical. Em nossa sociedade as revoluções têm ocorrido acompanhadas de novas tecnologias que desencadearam uma alteração profunda na sociedade e nos sistemas econômicos.

A primeira grande revolução teria dado surgimento a indústria que aqui poderia ser chamada de “1.0”. A construção de ferrovias e a invenção da máquina a vapor entre 1760 e 1840 possibilitaram a introdução de instalações de produção mecânicas, dando início às

organizações fabris centralizadas e hierárquicas, gerando uma forte capacidade de se produzir em grandes quantidades mais rapidamente. Surgem as primeiras máquinas a vapor e o tear mecânico (LU, 2017 apud CAVALCANTE; ALMEIDA, 2017). Essa mudança no modo de produção afeta também a sociedade mudando os trabalhos que até antes eram domésticos em um proletariado industrial urbano (HEINDL et al., 2016).

A invenção da energia elétrica, iniciada no final do século XIX, e a introdução de linhas de produção trazidas por Taylor e implantada principalmente por Henry Ford, dão início a segunda revolução, marcada pela especialização de muitos funcionários e redução dos custos de produção. Foram criadas empresas complexas altamente produtivas (SCHWAB, 2016), com um alto nível de divisão do trabalho, exploração de novos materiais e uso de novos combustíveis (BRETTEL et al. apud CAVALCANTE; ALMEIDA, 2017). Essa revolução exige atividades de muitos conhecimentos com baixo grau de inovação. A sociedade passa a ser dividida em três classes: trabalhadores, funcionários e empresários (HEINDL et al., 2016).

A terceira revolução, iniciada na década de 60, chamada por Schwab (2016), como “revolução digital” ou do “computador” é impulsionada pelo avanço da inovação, trazido pelo investimento em pesquisa e desenvolvimento. Nas indústrias há uma forte automação da produção, facilitada pelo uso da eletrônica e tecnologias da informação, substituindo os trabalhos manuais por máquinas de CLP - Controle Lógico Programável (BRETTEL et al. apud CAVALCANTE; ALMEIDA, 2017), (DRATH; HORCH, 2014). Na sociedade os trabalhadores industriais tradicionais sentem a forte necessidade de melhorar a sua qualificação, ao mesmo tempo que o governo e as empresas entendem que é preciso investir cada vez mais em formação profissional e continuada, por meio de uma boa política econômica de mercado e de trabalho de desenvolvimento (HEINDL et al., 2016).

Atualmente nos preparamos para o que é conceituado como “quarta revolução industrial”, ou seja, a integração e o controle remotos da produção, por meio de sensores e equipamentos conectados em rede com sistemas ciberfísicos e serviços de internet inteligentes (BRASIL, 2017). Schwab (2016), entende que essa quarta revolução não se limita apenas a máquinas com tecnologias digitais sofisticadas e integradas, que seu escopo seja abrangente também ao domínio físico, digital e biológico. A indústria 4.0, ou a indústria na quarta revolução industrial, desencadeia uma mudança de paradigmas, onde a clássica organização hierarquia de produção deve migrar a uma auto-organização descentralizada, onde o produto deve se comunicar, de forma autônoma, com as instalações de produção, sendo-se capaz de haver interferência na linha sem a necessidade de interação humana, resultando em uma produtividade muito alta, com uma eficiência de recursos muito maior.

A Figura 3, ilustra todas as revoluções, apresentando: a Indústria 1.0 do fim do século 18, com a produção mecânica movida a água e vapor; a Indústria 2.0 do início do século 20,



com linhas de produção facilitando montagem e comunicação; a Indústria 3.0 da década de 70 introduzindo a automação e robótica ainda assíncronas; e a Indústria 4.0 com a digitalização e integração da cadeia de valor, com produtos cada vez mais conectados com seus usuários.

**Figura 3 - Etapas do desenvolvimento Industrial.**



Fonte: DFKI apud HEINDL et al. (2016, p. 7).

É importante que se tenha o entendimento de que a Indústria 4.0 é um conceito em evolução e que muitos países ainda passam pela segunda e terceira revolução, principalmente aqueles com economias emergentes, que se baseiam em processos de produção tecnologicamente menos complexos (SCHWAB, 2016). Heindl et al. (2016), entendem que a quarta revolução industrial traz grandes desafios - empresariais, econômicos e sociais – e para alguns países esses serão ainda maiores, pois, para se manterem competitivos, haverá a necessidade de fazer um salto do modelo 2.0 direto para o 4.0, com fortes investimentos em formação profissional, reestruturação na economia e reorganização das fábricas. Ou seja, uma grande ruptura.

#### **4.1.4. Conceitos propostos, tecnologias habilitadoras e dimensões avaliadas**

A Indústria 4.0 é caracterizada pela integração e controle da produção a partir de sensores e equipamentos conectados em rede e da fusão do mundo real com o virtual, criando os chamados sistemas ciberfísicos e viabilizando o emprego da inteligência artificial (CNI, 2016).

O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação entende que

A manufatura avançada compreende a organização e administração de toda a cadeia de valor do ciclo de vida dos produtos, propiciada pela integração de tecnologias e sistemas digitais no desenvolvimento, produção e logística de produtos e processos, com geração de valores nas cadeias produtivas, organização de trabalho, modelos de negócios e prestação de serviços

inteligentes de internet a jusante, adequados às demandas dos consumidores (BRASIL, 2017, p. 11).

Hermann, Pentek e Otto (2016), entendem que a Indústria 4.0 é a convergência da produção industrial e tecnologias de informação e comunicação, sendo fundamentada conforme Figura 4 em seis princípios: Interoperabilidade; Virtualização; Descentralização; Análise de dados em tempo real; Orientação a Serviços; Modularização. Entende-se que esses servem de suporte às empresas que desejam implementar a filosofia 4.0.

**Figura 4 - Princípios da Indústria 4.0 e Aplicações**

<b>Interoperabilidade</b>	CPS e Humanos são conectados pela IoT. Entende-se que os CPSs são autônomos com capacidade de comunicação entre eles.
<b>Virtualização</b>	CPSs podem monitorar os processos físicos, por meio de uma "cópia real" do mundo físico, possibilitada por sensores ligados a modelos de plantas virtuais e modelos de simulação. Entende-se que em caso de falhas os sistemas possam gerar notificações para correção por humanos, ou por outros CPSs.
<b>Descentralização</b>	A tomada de decisão fica distribuída. CPSs tomam decisões por conta própria em operações básicas. Apenas em caso de falha em suas tarefas há a necessidade operação humana para solução de problemas mais complexos.
<b>Análise de Dados em Tempo Real</b>	Com monitoramento autônomo dos processos, há uma enorme coleta e analisa dados em tempo real, o que fornece <i>insights</i> imediatamente.
<b>Orientação a Serviços</b>	Empresas deixam de ofertar apenas bens físicos, podendo ter um mix de produtos com serviços possibilitados pelo uso de CPSs. Entende-se que a operação do processo específico do produto pode ser composta com base nos requisitos específicos do cliente fornecidos, por exemplo por uma <i>tag</i> RFID.
<b>Modularização</b>	Os sistemas modulares são capazes de se adaptar de forma flexível às mudanças de requisitos, substituindo ou expandindo módulos individuais. Portanto, podem ser facilmente ajustados em caso de flutuações sazonais ou alterações nas características do produto determinadas pelo cliente.

Fonte: Adaptado de Hermann, Pentek e Otto (2016) e Rodrigues, De Jesus, Schützer, (2016).

Para que esses princípios ocorram, três componentes tecnológicos são importantes: a introdução da Internet das coisas nas fábricas denominada como IIoT (*Industrial Internet of Things*) permitindo que sensores, atuadores, interajam entre si e cooperam com seus componentes vizinhos "inteligentes" para alcançar metas; o CPS (*Cyber-Physical Systems*) possibilitando a integração de computação e processos físicos, onde computadores em redes podem monitorar e controlar os processos físicos; e as *Smart Factories* (Fábricas Inteligentes), que são capazes de reconhecer o contexto e ajudar pessoas e máquinas na execução de suas tarefas (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016), (CAVALCANTE; ALMEIDA, 2017).

Para Kagermann et al. (2013) a Indústria 4.0 envolve a integração do CPS na fabricação e logística e o uso da IoT nos processos industriais gerando implicações para a criação de valor,

modelos de negócio, serviços a jusante e organização do trabalho. Os sistemas ciberfísicos devem ser capazes de monitorar processos físicos e tomar decisões descentralizadas. A abordagem principal da Indústria 4.0 seria equipar futuros produtos e sistemas de produção com sistemas embarcados, baseados em sensores e atuadores inteligentes, para possibilitar a comunicação e a operação inteligente (RODRIGUES; DE JESUS; SCHÜTZER, 2016).

Indústria 4.0 utiliza dispositivos e tecnologias que tornam possível o desenvolvimento de novos produtos. Cavalcante e Almeida (2017), avaliaram as tecnologias apontadas na literatura, propondo um agrupamento baseado em suas funcionalidades:

- (i) Análise e processamento de dados: baseadas em algoritmos avançados para otimização dos processos, que permitem o *machine learning*, *data mining*, *big data* e autenticação e detecção de fraudes;
- (ii) Realidade aumentada: inserem objetos virtuais no ambiente físico, mostrando ao usuário em tempo real com o apoio de algum dispositivo tecnológico como *wearables*;
- (iii) Computação em nuvem (*cloud computing*): permitem o processamento remoto de dados;
- (iv) Dispositivos móveis: utilizam terminais móveis para acesso às informações, tais como *smartphones*, *tablets*, terminais entre outros;
- (v) IoT: realizam a comunicação e apresentação das informações. Utilizam sensores inteligentes, *middleware*, aplicativos IoT, interface de aplicativos (*apps*), RFID entre outros;
- (vi) Manufatura aditiva: realizam a produção de bens por meio da adição de material, por meio da impressão 3D utilizando polímeros e outros materiais;
- (vii) Sistemas ciberfísicos, compreende a robotização, automação e a utilização avançada de interface homem-máquina e máquina-máquina.

Entende-se, segundo Kagermann et al. (2013) e Schumacher, Erol e Sihn (2016), que a Indústria 4.0 utiliza as tecnologias para otimizar a cadeia de valor por meio de uma sistemática de inovação de processo, tendo foco sobre os seguintes aspectos fundamentais:

- A integração horizontal através de redes de valores;
- Integração digital *peer-to-peer* da engenharia em toda a cadeia de valor;
- Integração vertical e sistema de manufatura em rede.

Para que a cadeia de valor seja otimizada, a indústria 4.0 deve ser composta por práticas, processos, ferramentas, além de tecnologias, utilizadas para aumentar a eficiência da organização. Cavalcante e Almeida (2017), também avaliaram modelos de maturidade propostos em literaturas, onde, conforme Figura 5, percebe-se que a tecnologia é a dimensão mais presente em todos os modelos, porém não é a única que deve ser considerada.

**Figura 5 - Dimensões propostas em modelos de maturidade em Indústria 4.0.**

Áreas de avaliação	Schumacher <i>et al.</i> (2016)	Lanza <i>et al.</i> (2016)	PwC (2016)	Rockwell Automation (2014)	Porter e Heppelmann (2015)
Estratégia	X	X	X	X	
Liderança	X				
Consumidores	X		X		
Produtos	X		X		X
Operações	X	X	X	X	
Cultura	X		X		
Pessoas	X			X	
Governança	X				
Segurança			X	X	
Tecnologia	X	X	X	X	X

Fonte: Cavalcante e Almeida (2017).

O modelo proposto por Schumacher, Erol e Sihm (2016), apresentado na Figura 5, visa ser uma ferramenta que avalia de forma mais holística as indústrias, apresentando uma análise sistêmica da aplicação da Indústria 4.0. O Quadro 2, traz uma tradução literal do *overview* apresentado pelos autores apontando as dimensões que devem ser analisadas e exemplos de níveis de maturidades que são esperadas.

**Quadro 2 - Dimensões e exemplos de maturidades esperadas da Indústria 4.0.**

DIMENSÃO	MATURIDADES ESPERADAS DA INDÚSTRIA 4.0
<b>Estratégia</b>	Implementação I4.0 <i>roadmap</i> , Recursos disponíveis para realização, Adaptação de modelos de negócio...
<b>Liderança</b>	Disposição de líderes, Competências e métodos de gestão, Existência de coordenação central para I4.0...
<b>Clientes</b>	Utilização de dados do cliente, Digitalização de vendas / serviços, Competência de mídia digital do cliente...
<b>Produtos</b>	Individualização de produtos, Digitalização de produtos, Integração de produtos em outros sistemas...
<b>Operações</b>	Descentralização de processos, modelagem e simulação, colaboração interdisciplinar, interdepartamental...
<b>Cultura</b>	Partilha de conhecimento, inovação aberta e colaboração entre empresas, valor das TIC na empresa...
<b>Pessoas</b>	Competências TIC dos colaboradores, abertura de colaboradores a novas tecnologias, autonomia dos colaboradores...
<b>Governança</b>	Regulamentos trabalhistas para I4.0, Adequação de padrões tecnológicos, Proteção da propriedade intelectual...
<b>Tecnologia</b>	Existência de modernas TIC, utilização de dispositivos móveis, utilização da comunicação máquina-a-máquina...

Fonte: Adaptado de Schumacher, Erol e Sihm (2016).

Para que essas maturidades sejam alcançadas muitos desafios devem ser superados pelas empresas e pessoas. Schwab (2016) aponta que um profissional “4.0” deve aprender continuamente, adaptar-se e desafiar seus próprios modelos conceituais e operacionais de sucesso.

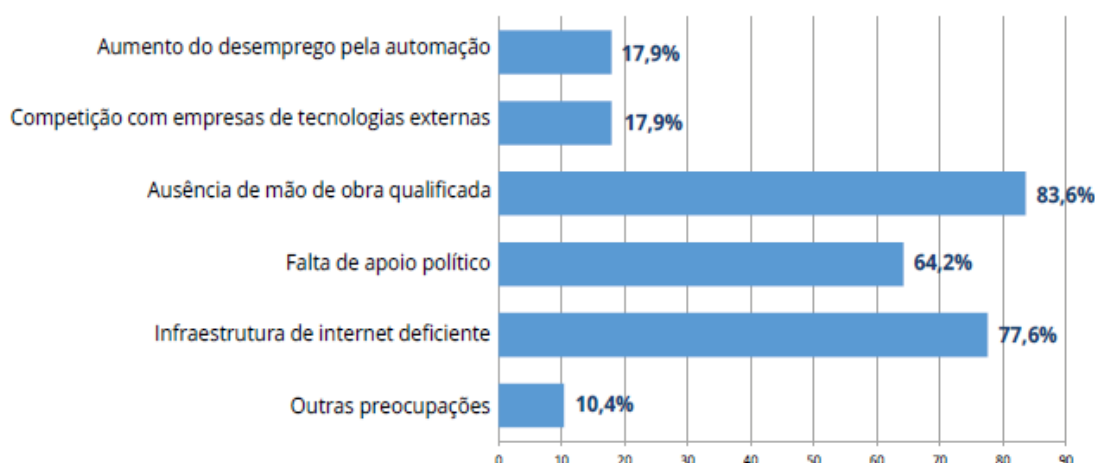
A *Price Water House Coopers* - PWC, em sua pesquisa global realizada em 26 países em 2016 procurou entender como as indústrias, em nível mundial, estão lidando com o processo

de digitalização. Como resultado entende que a Indústria 4.0 deixou de ser tendência para virar realidade e que a digitalização levará a enormes saltos de desempenho. Neste contexto as relações digitais farão os consumidores ter maior poder e as empresas deverão ter sistemas capazes de gerar um grande volume de dados, analisá-los e garantir a sua segurança. As empresas deverão ter foco em pessoas, e apresentar uma cultura capaz de atuar em redes e em ecossistemas digitais, “será necessário grandes investimentos se quiser grandes impactos” (PWC, 2016).

#### **4.1.5. Indústria 4.0 no Brasil**

A “Indústria 4.0” ainda é uma realidade um pouco distante para o Brasil. Um levantamento realizado pela *Price Water House Coopers* em 2016, constatou que apenas 9% das empresas brasileiras se classificam em nível avançado de digitalização e integração em diferentes áreas de suas empresas. Isso significa que as melhorias de desempenho esperadas pela Indústria 4.0 ainda não foram alcançadas ou ainda estão em estágio muito incipiente (PWC, 2016). O percentual brasileiro é muito baixo quando comparado com outros países do BRICS como China (40%) e Índia (27%).

A baixa implantação também é fruto de uma baixa conscientização acerca do tema. Heindl et al, (2016) notam que os gestores brasileiros têm dificuldades em compreender a utilidade operacional de soluções da Indústria 4.0 no âmbito de decisões de investimento, devido à falta de exemplos de aplicação. Pesquisa realizada pela CNI – Confederação Nacional da Indústria em 2016, aponta que 42% das empresas desconhecem a importância das tecnologias digitais para a competitividade e 52% não utilizam nenhuma delas. Aliado a este baixo conhecimento coexistem outras preocupações retratadas pela Figura 6, como a ausência de mão de obra qualificada com conhecimentos estratégico (TIC, interdisciplinaridade, visão holística), a falta de apoio político (regulações, propriedade intelectual, burocracia, morosidade legislativa) e a baixa infraestrutura de internet no Brasil (redes tradicionais não inteligentes, *blackouts*).

**Figura 6 - Condições Gerais da Indústria 4.0**

Fonte: Heindl et al. (2016 p. 19).

Heindl et al. (2016) acreditam que o Brasil, assim como outros países em desenvolvimento, ainda se encontra na segunda fase da revolução industrial, sendo necessário uma reorganização da economia, estabelecendo novas exigências em P&D+I, assim como um marco regulatório, bem como políticas de proteção de dados caso o país queira se manter competitivo em nível internacional. Os autores também afirmam que no caso do Brasil haverá em muitas empresas um salto da Indústria 2.0 para a Indústria 4.0, se houver interesse e investimento neste sentido.

A ocorrência da Indústria 4.0 no Brasil é dada por ilhas em setores altamente desenvolvidos (por exemplo, aeronáutica, agricultura, saúde), especialmente nas regiões metropolitanas no sul e sudeste do país, onde já são aplicadas com sucesso soluções de Indústria 3.0 e em partes Indústria 4.0 (HEINDL et al., 2016).

Dada esta discrepância, visando ampliar e fomentar as aplicações da Indústria 4.0 no Brasil o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações, lançou no final de 2017, o seu Plano de CT&I para a Manufatura Avançada no Brasil visando expandir o ecossistema de manufatura por meio de impulsos aplicados em ciência, tecnologia e inovação. Esse programa é dividido por temáticas e agentes que interagem em diferentes intensidades (BRASIL, 2017). Neste mesmo documento o governo apresenta cinco desafios a serem trabalhados pela trílice hélice de conteúdo tecnológico, econômico e social:

- I) Convergência e integração tecnológica em manufatura avançada para aumento de competitividade, visando ter um panorama tecnológico existente e a perspectiva esperada para I4.0, assim como ter iniciativas e soluções alinhadas com o Plano de IoT do Brasil para ter arquitetura de referência e padrões de interoperabilidade;

- II) Recursos humanos para o desenvolvimento da manufatura avançada, ofertando capacitação e requalificação de profissionais adequadas a demanda exigida e aumento também a empregabilidade desses atores;
- III) Manufatura Avançada para fortalecimento das cadeias produtivas, criando um ecossistema estratégico e integrado, com capacidade de inserção de MPMEs, com redes de P&D+I focadas no desenvolvimento de produtos e processos para desenvolvimento da I4.0;
- IV) Promoção das infraestruturas como instrumento de suporte a iniciativas em manufatura avançada, dispondo de inteligência em dados e TIC, assim como infraestrutura e ambientes intensivos para fortalecer as relações entre usuários, produtores e fornecedores de soluções visando subsidiar e fortalecer a I4.0.

Muitos desafios e muitas oportunidades são vislumbrados para o Brasil em setores como mineração, energia, agricultura, indústria automobilística e aeronáutica, que possuem padrão para serem internacionalmente competitivas dentro da quarta revolução industrial. Acredita-se que mediante o apoio na implementação de uma infraestrutura digital orientada no futuro, a construção de plataformas de integração específicas do setor, cooperações na área de formação profissional e continuada, assim como o incentivo e a conexão internacional de jovens empresas, as condições gerais no Brasil para a Indústria 4.0 podem ser melhoradas de forma sustentável (HEINDL et al., 2016).

## 2.3 SERVIÇOS

Todo produto deve propiciar benefícios aos seus clientes, podendo ser classificados como bens ou serviços. Bens são objetos ou dispositivos físicos, os serviços são ações ou desempenhos (LOVELOCK; WRIGHT, 2006).

Dentre o universo dos serviços, os mesmos são caracterizados por quatro atributos básicos: a tendência a intangibilidade; a composição de atividade ou série de atividades em vez de coisas; ser produzidos e consumidos simultaneamente; possuir participação do cliente no processo de produção. Gronroos (2004), propõe uma diferenciação baseada em oito pontos apresentada no Quadro 3, sendo importante notar que se trata de uma generalização não sendo aplicável a todos os tipos de serviços.

As características que compõem um serviço são complexas tornando o seu escopo de atuação bastante amplo. Por exemplo, uma máquina ou um bem físico por ser transformado em um serviço para um cliente, contanto que atenda as demandas exigidas por este. Gronroos (2004), define serviços como uma atividade ou uma série de atividades de natureza intangível –

que normalmente, mas não necessariamente, acontece durante as interações com o cliente – que é fornecida como solução ao problema do cliente.

**Quadro 3 - Diferença entre Serviços e Bens físicos.**

<b>Bens Físicos</b>	<b>Serviços</b>
Tangível	Intangível
Homogêneo	Heterogêneo
Produção e distribuição separadas do consumo	Produção, distribuição e consumo são processos simultâneos
Uma coisa	Uma atividade ou processo
Valor principal produzido em fábricas	Valor principal produzido nas interações entre cliente e fornecedor
Clientes normalmente não participam do processo de produção	Clientes participam da produção
Pode ser mantido em estoque	Não pode ser mantido em estoque
Transferência de propriedade	Não transfere propriedade

Fonte: Gronroos (2004).

Para Lovelock e Wright (2006), serviço é uma ação oferecida por uma parte a outra. Embora o processo possa estar ligado a um produto físico, o desempenho é essencialmente intangível e normalmente não resulta em propriedade de nenhum dos fatores de produção. São atividades econômicas que criam valor e fornecem benefícios para clientes em tempos e lugares específicos, como decorrência da realização de uma mudança desejada no – ou em nome do – destinatário do serviço.

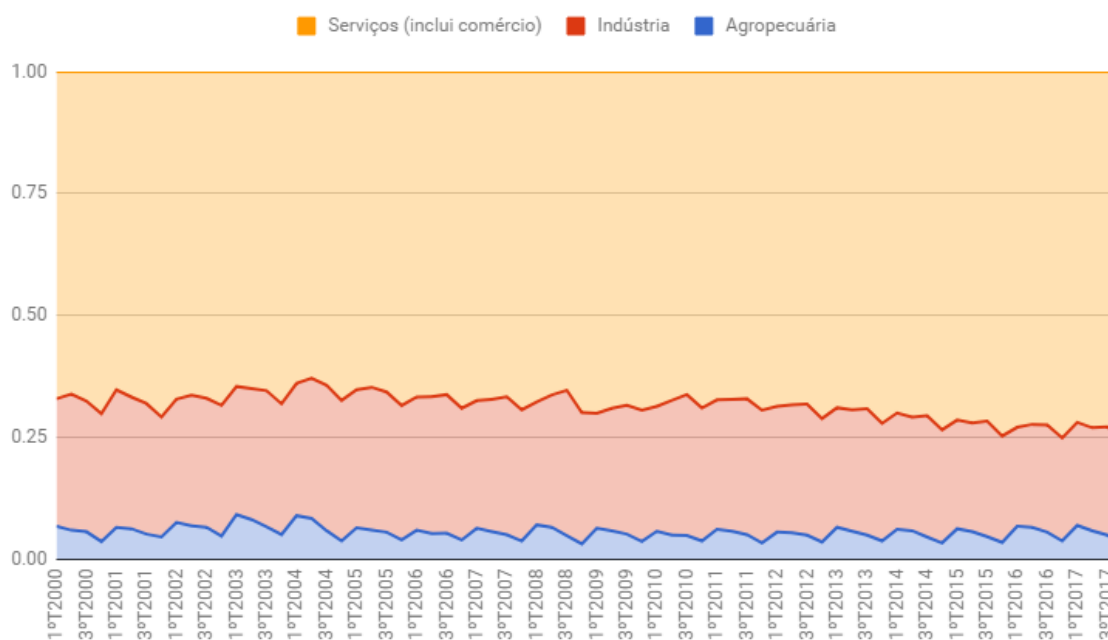
Os serviços exercem um papel importante nos diversos setores da economia, principalmente o industrial. Gianesi e Corrêa (1994), resumem em três papéis principais:

- Como diferencial competitivo: as atividades de serviços prestadas ao cliente (projeto, assistência técnica, dentre outros), auxiliam no processo de diferenciação da empresa no mercado;
- Como suporte às atividades de manufatura: serviços de apoio (financeiro, manutenção, planejamento e controle da produção, dentre outros) são fundamentais para o desempenho da empresa;
- Como geradores de lucro: muitos serviços de suporte dentro das indústrias podem quebrar a mera função de auxílio para se tornar estratégica para empresa.

No Brasil o setor de serviços é a fatia com maior participação na economia. De acordo com dados do Data SEBRAE (2018) reportados do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no 4º trimestre de 2017, o setor de serviços representou 75,2% do valor adicionado do PIB brasileiro. Estes dados são apresentados na Figura 7, onde também se observa que a indústria alcançou os 21,4% e a agropecuária, 3,4%.



**Figura 7 - Participação dos setores da economia no PIB (%).**



Fonte: Data SEBRAE, (2018).

Lovelock e Wright (2006), destacam oito variáveis de decisão que precisam ser consideradas na administração integrada de serviços, sendo composto por recursos, instrumentos e técnicas controláveis que podem ser utilizados para estabelecer estratégias:

- Produto (*product element*): identificar e elaborar as características dos serviços com ênfase nos benefícios e nas vantagens que agregam valor aos clientes. Ao serviço base deve associar-se o maior número de serviços suplementares, para transformá-lo em um produto alargado. Esses serviços devem ser desenhados de acordo com as necessidades dos consumidores;
- Lugar e tempo (*place and time*): são os processos de distribuição (canais). Envolvem a forma de entrega dos serviços, desde prazos até meios de execução;
- Processo: representa todos os fluxos, procedimentos e metodologias de trabalho utilizados na prestação de um serviço;
- Produtividade e qualidade: são premissas básicas para organizações de quaisquer ramos de atividade que devem ser abordadas de maneira conjunta, sendo primordiais para do sucesso ou fracasso de uma empresa;
- Pessoas: são todos os envolvidos, direta ou indiretamente, na prestação do serviço;
- Promoção e educação: está relacionada às estratégias de comunicação e divulgação dos serviços, como forma de mostrar ao público-alvo os diferenciais e benefícios dos serviços;

- Evidência física (*physical evidence*): é a percepção do ambiente onde o serviço é prestado. É a forma como a empresa interage com o cliente e o ambiente onde isso ocorre;
- Preço e outros custos: engloba a mensuração dos esforços da equipe, assim como o tempo necessário para a execução dos serviços, a complexidade de cada projeto e o perfil de cada cliente.

Kans e Ingwald (2016) entendem que as ofertas de serviços são caracterizadas por três características: escopo, tempo e pacote de atividades. O escopo descreve quantos valores diferentes, promovendo serviços, a oferta inclui. A dimensão do tempo descreve a duração do relacionamento entre cliente e o fornecedor. O pacote de atividades descreve de que forma a oferta foi montada e o que o cliente está de fato comprando. Estas devem satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes e serem medidas em termos de qualidade com dimensões como confiabilidade (a capacidade de prestar serviço de forma confiável e precisa), garantia (conhecimentos especializados), tangíveis (a aparência física), empatia (consideração e individualização) e capacidade de resposta (vontade de ajudar os clientes e fornecer pronto atendimento).

Um conceito recente de produto, no mercado e na academia, é conhecido como PSS “*Product-Service System*”, ou seja, um modelo baseado na oferta de pacotes simultâneos de serviços e produto físico (DURUGBO, 2013 apud KANS; INGWALD, 2016). O PSS é caracterizado pela orientação ao cliente e relacionamentos de longo prazo entre diferentes partes no processo de criação de valor. O modelo sugere uma alta complexidade de operação que desencadeia uma série de desafios originados de incertezas econômicas, técnicas e organizacionais.

#### **4.1.6. Serviços metrológicos**

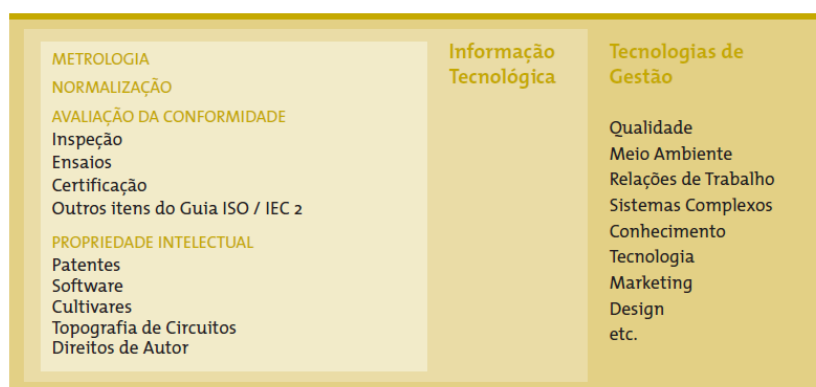
Dentre os segmentos onde os serviços estão inseridos, podemos citar o industrial, muito característico pelo uso da Tecnologia Industrial Básica (TIB). A TIB é a utilização do conhecimento técnico-científico na produção de bens e serviços, acrescida de requisitos de qualidade e de eficácia nos processos produtivos. Sendo composta por um conjunto de funções tecnológicas horizontais, ela é utilizada em diversos setores da economia (indústria, comércio, agricultura e serviços) sendo considerada essencial para a geração e aprimoramento de produtos, processos e serviços (FERREIRA et al., 2008).

De acordo com o Ministério da Ciência e Tecnologia (Brasil, 2001), o conceito de TIB reúne funções consideradas básicas, mostradas na Figura 8, como a metrologia, normalização, incluindo regulamentação técnica, avaliação da conformidade e seus mecanismos (ensaios,

certificação, etiquetagem e outros procedimentos de autorização) e também as chamadas funções conexas como propriedade intelectual, a informação tecnológica e as tecnologias de gestão. A TIB além de desempenhar um importante papel na harmonização das relações de consumo, é considerada um dos pilares da inovação e da competitividade.

Para o Conselho Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial – CONMETRO (2017), órgão parte do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia), países em desenvolvimento tal como o Brasil – que visa aumentar o seu número de exportações de produtos de maior valor agregado e ampliar a capacidade de penetração dos produtos nacionais em mercados externos mais sofisticados - intensificar as ações nas áreas associadas à TIB, sobretudo as estratégias voltadas para a ampliação do sistema metrológico brasileiro, é fundamental.

**Figura 8 - Organização das funções de TIB.**



Fonte: Programa tecnologia industrial básica e serviços tecnológicos para a inovação e competitividade MCT-Brasil (2001).

A metrologia, como parte integrante do TIB, definida pelo CONMETRO como “a ciência da medição e suas aplicações”, tem como foco principal prover e garantir a confiabilidade, credibilidade, universalidade e qualidade às medições. Cabe lembrar que as medições estão presentes, direta ou indiretamente, em praticamente todos os processos, da fabricação à administração, tendo uma enorme abrangência, que não se limita apenas a indústria, mas também se aplica ao comércio, a saúde, a defesa, a segurança e o meio ambiente, dentre outras (TIRONI, 2016).

O CNI em seu projeto de “Metrologia: Conhecendo e aplicando na sua empresa”, publicado em 2002, categoriza a metrologia em três áreas, cabendo ressaltar que apesar da divisão as três áreas se complementam:

- Metrologia Científica: que se utiliza de instrumentos laboratoriais, pesquisas e metodologias científicas, que têm por base padrões de medição nacionais e internacionais, para o alcance de altos níveis de qualidade metrológica. Exemplos:

Calibração de termômetros; Medidas de comprimento; Calibração de pesos-padrão; dentre outros;

- Metrologia Industrial: cujos sistemas de medição controlam processos produtivos industriais e são responsáveis pela garantia da qualidade dos produtos acabados. Exemplo: Medição e controle de uma linha de produção de automóveis;
- Metrologia Legal: relacionada a requisitos técnicos obrigatórios com exigências nas áreas de saúde, segurança e meio ambiente. Exemplo: Verificação de bombas de abastecimento de combustíveis;

Em acordo com Fleury (2007), alguns pontos são importantes para destacar a relevância da metrologia para o desenvolvimento industrial e econômico:

- Junto a diminuição de barreiras tarifárias, iniciou forte frente regulamentar com relação a qualidade e confiabilidade de produtos, visando a integridade de usuários e meio ambiente. O que torna o mercado mais exigente com relação a certificação de produtos, seja por necessidade regulatória ou estratégica, conduzidas segundo normas por laboratórios capacitados;
- O BIPM - *Bureau International de Poids et Mesures*, estimou que em 2008, as atividades relacionadas a medições eram responsáveis por cerca de 3 a 6% do PIB (produto interno bruto) dos países industrializados;
- Para os Estados Unidos da América, as atividades com metrologia que visam minimizar erros impactam diretamente 52,8% do PIB;
- A metrologia aliada a técnicas modernas de gestão, podem contribuir para um crescimento médio da produtividade industrial em cerca de 6% ao ano.

Comitê Brasileiro de Metrologia (CBM), por meio do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), publicou em abril de 2017, as diretrizes estratégicas de metrologia no Brasil para os anos de 2018-2022, com intuito de orientar e sugerir ações para que empresas e laboratórios focados em metrologia possam atender as exigências de mercado alinhadas com ações governamentais para o aumento produtivo. O comitê entende que a importância da metrologia no Brasil e no mundo cresceu significativamente em razão, principalmente, de fatores como:

- i. Aumento da complexidade e sofisticação dos processos industriais, requerem medições de alta exatidão para um grande número de grandezas;
- ii. Inovações constantes, como requisito para o crescimento do setor produtivo do país;
- iii. Novos produtos e processos na área da saúde, segurança e meio ambiente, requerem medidas confiáveis;

- iv. A globalização aumentou a demanda por metrologia, em virtude da grande necessidade de harmonização nas relações de troca;
- v. No Brasil, especificamente, a criação das Agências Reguladoras intensificou a demanda por metrologia em áreas como alta tensão elétrica, telecomunicações, grandes vazões e grandes volumes de fluidos;
- vi. A atenção à sustentabilidade, o aquecimento global, a produção de alimentos, a qualidade de bioprodutos, biofármacos e terapia celular, fontes e vetores de produção de energia;
- vii. Desenvolvimento das atividades espaciais e as demandas das áreas de defesa e segurança.

O CONMETRO entende que a expansão da metrologia e sua importância foram geradas a partir do desenvolvimento em áreas estratégicas. Atualmente também devem ser avaliadas a metrologia em tecnologia da informação e comunicação (TIC), a nanometrologia, dentre outras áreas, que exigem uma ininterrupta evolução e mudanças estruturais do sistema metrológico, tanto no nível nacional, como no internacional.

Conceituada a metrologia, sua relevância e aplicações, a prestação do seu serviço é definida por Frota (1994), como prática que garante a confiabilidade dos padrões e equipamentos utilizados em outros serviços. Tal garantia se dá por meio da aferição e calibração dos mesmos. Tal serviço é prestado no âmbito da metrologia científica e industrial, sendo o INMETRO o órgão certificador da garantia técnica dos laboratórios prestadores.

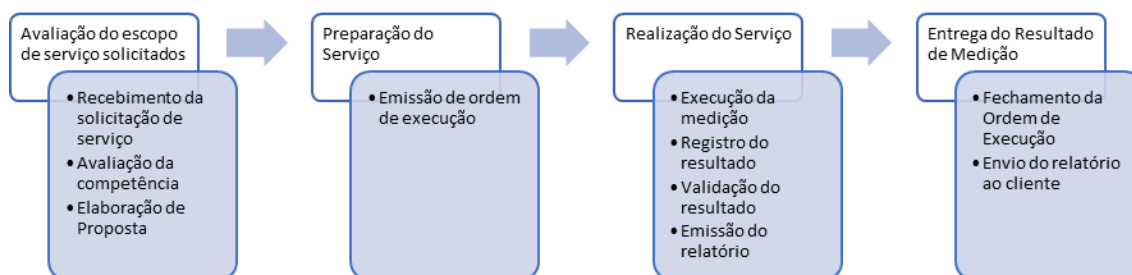
Os serviços de metrologia podem ser produzidos por seus próprios demandantes ou ainda ser provido externamente por fornecedores credenciados (TIRONI, 2006). No Brasil há um grande número empresas que fornecem esse serviço. Somente no domínio do INMETRO são listados mais de 1500 laboratórios, públicos e privados, de pequeno, médio e grande porte, e de origem nacional e internacional. Destes, 65% se localizam na região sudeste, justificando a proximidade com o maior parque industrial brasileiro.

É fato que a metrologia deve ser vista como área estratégica, porém existem muitos desafios, como a renovação e qualificação de pessoal, implantação de novos serviços e a expansão da infraestrutura de laboratórios de calibrações e ensaios, que devem ser estrategicamente planejados (CONMETRO, 2017).

#### **4.1.7. Visão sistêmica dos processos de um laboratório prestador de serviços metrológicos**

Beckert (1997), afirma que os processos básicos existentes em um laboratório prestador de serviços metrológicos são divididos em quatro etapas, conforme Figura 9.

**Figura 9 - Processo básico existente em laboratórios metrológicos**



Fonte: Adaptado de Beckert, (1997).

O processo inicia a partir da necessidade do serviço identificada pelo cliente, o qual envia uma solicitação de serviço ao laboratório. Após uma avaliação, o laboratório emite e envia uma proposta ao cliente, sendo que na mesma estão discriminadas as características das medições a serem realizadas, com base em procedimentos já definidos anteriormente.

Aprovada a proposta, o laboratório recebe o material, sendo então emitida uma Ordem de Execução das medições. Estas são realizadas em equipamentos adequados, por técnicos qualificados, seguindo procedimentos comprovados. Os registros dos resultados de medição são feitos manual ou eletronicamente.

A partir destes registros e dos dados constantes na Ordem de Execução, são emitidos os relatórios de medição ou certificados, os quais retornam ao cliente juntamente com os equipamentos medidos, após o fechamento do serviço.

Abordado de forma sistêmica, o laboratório possui como entradas as solicitações de serviços e os equipamentos a serem calibrados. Para a obtenção das saídas, caracterizadas pela emissão de propostas de serviços e de relatórios de medição ou certificados, o sistema laboratorial é dividido em quatro componentes: padrões adequados, procedimentos normatizados, recursos humanos qualificados e gerenciamento das atividades.

## 2.4 A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Atualmente, as indústrias enfrentam os desafios de ampliar a customização de seus produtos, com uma forte necessidade de aumentar a eficiência dos recursos e reduzir o tempo de comercialização. Esses desafios encontram-se, em particular, com o aumento da digitalização das fábricas, conceitos esses já apresentados na seção 2.2 que trata sobre A DIGITALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA – INDÚSTRIA 4.0.

Rennung, Luminosu e Draghici (2016) afirmam que engenharia e o gerenciamento de serviços a jusante serão componentes importantes que devem ser observados na Indústria 4.0. Dada a representatividade do setor de serviços na economia mundial, Bieńkowska - comissária europeia de mercado interno, indústria e empreendedorismo – em seu discurso proferido na

conferência de “*Services Passport*” em 2016, afirmou que não há como ter uma economia moderna sem um setor de serviços modernos. A comissária entende que o setor de serviços tem sido muito mais lento para adotar tecnologia e inovar, e por parte do governo há muita burocracia e procedimentos sufocantes. “Não há como ficarmos com a pretensão de que podemos de alguma forma ter uma Indústria 4.0 com os Serviços ‘1.0’ e Burocracia ‘1.0’” (BIENKOWSKA, 2016, tradução nossa).

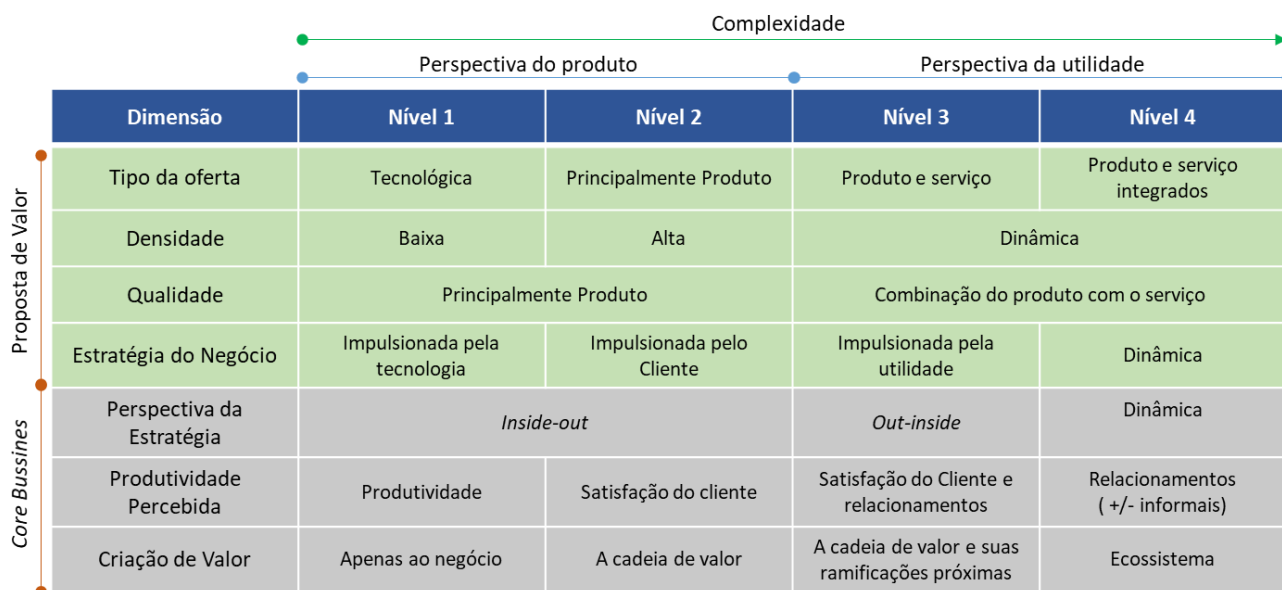
Quando avaliamos a evolução dos serviços no contexto industrial é observado que os modelos de serviços de operação e manutenção (O&M) também evoluíram em consequência de mudanças no ambiente de negócios, nos processos de produção e na tecnologia. Kans e Ingwald (2016) entendem que esse tipo de serviço deve ser visto além de um custo necessário para o proprietário do produto, sendo uma atividade que potencialmente poderia reduzir o custo total do ciclo de vida do produto, se tornando estratégica.

Para acompanhar o modelo industrial em ascensão, a prestação de serviços deve ter aspectos modernos e inovadores. A flexibilidade e customização em massa na fabricação proposta pela I4.0 requer maleabilidade e adaptabilidade nos serviços a ela ofertados. A proposta deve ser focada no cliente e envolver intensivo conhecimento, tornando-a de alta complexidade e exigindo uma perspectiva holística da cadeia de valor.

Kans e Ingwald (2016) propõem, conforme Figura 10, um modelo de “serviços 4.0” baseado em quatro níveis conectados ao conceito da I4.0. Vale ressaltar que essa nova forma de abordar serviços, não deve ser vista de forma disruptiva do paradigma atual da prestação, como ocorre com a I4.0, apenas trata-se de um conjunto de soluções técnicas, tecnológicas e organizacionais que foram desenvolvidas e adaptadas em função das novas demandas exigidas aos negócios.

Observando a Figura 10 percebe-se que a complexidade do produto aumenta em função da maturidade do negócio. As dimensões são agrupadas em dois conjuntos que descrevem: a visão sobre a proposta de valor e a estratégia central de negócios. Nota-se o modelo de negócios em um prestador de serviço 4.0 deve ser integrado, no qual os produtos são vendidos com inteligência incorporada. A qualidade da oferta integrada não pode ser medida em termos de qualidade de serviço ou qualidade do produto, mas como uma combinação de ambas. A quantidade de dados e a capacidade de processá-los é quase ilimitada, de modo que as atividades de manutenção, como diagnóstico e solução de problemas, podem ser executadas remotamente, obtendo-se suporte a decisões avançadas com mais rapidez.

**Figura 10 - Framework para modelos de desenvolvimento de serviços**



Fonte: Adaptado de Kans e Ingwald (2016).

A perspectiva *out-inside* se concentra no ambiente ao desenvolver ofertas que seus atores realmente precisam. Posicionar a empresa no ecossistema também significa um foco estratégico em redes de valor onde os atores podem cooperar e coojetir em padrões complexos. Passar da venda de um produto físico para um conjunto de soluções requer uma estreita cooperação entre o fornecedor e o cliente e significa uma grande mudança. Ambas as partes devem entender a natureza da oferta, desta forma indicadores técnicos e econômicos claros necessitam ser desenvolvidos para regular o relacionamento comercial.

Neste sentido há quatro aspectos são essenciais neste tipo de prestação:

- consideração de um mix de produto que envolva o PSS ou seja, a combinação de bens e serviços nas ofertas de clientes, onde os serviços devem ser vistos como um complemento estratégico e não um produto complementar;
- prestação de serviços deve ser holística, agregando valor aos mais diversos membros da cadeia produtiva, e ter um contrato baseado em *performance*, com indicadores que garantam a visualização da vantagem estratégica do mesmo, exigindo um alinhamento de expectativas entre as suas partes;
- a TIC deve ser vista como um ativo comum, facilitador, sendo utilizada em toda a cadeia de valor para criar informações que possibilitem que os membros se adaptem mais rapidamente às mudanças e criem uma colaboração mais estreita entre os elos. Os serviços, nesse sentido, podem ser proativos, com o uso de tecnologias para monitoramento, onde computadores integrados em objetos do mundo real são capazes de se comunicar uns com os outros e com os seres humanos através de *interfaces* inteligentes adaptativas;



- necessidade de uma visão holística da cadeia de valor, utilizando o conceito de gerenciamento de ativos, onde o conhecimento deva ser o ativo central. Assim possuir conhecimento do sistema (técnico), conhecimento da cadeia de suprimentos (organizacional) e conhecimento sobre inovação levará ao sucesso, pois o mesmo permite que os clientes e provedores criem uma base de experiência comum.

Mas, para fornecer este tipo de serviço, a visão do negócio necessita ser revista. O foco deve estar nos valores criados e não apenas nas ofertas em forma de produtos ou serviços. Os prestadores de serviços não podem apenas se concentrar apenas no que eles oferecem, mas também necessitam compreender porquê e quais benefícios a oferta pode trazer para os outros. Além disso, a empresa precisa posicionar-se como um ator, não apenas na cadeia de valor, mas, em um contexto mais amplo, chamado de ecossistema de negócios (KANS; INGWALD, 2016).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após a definição do problema de pesquisa, objetivo geral e específicos e busca de referencial teórico sobre o tema proposto, aponta-se a metodologia aplicada neste trabalho.

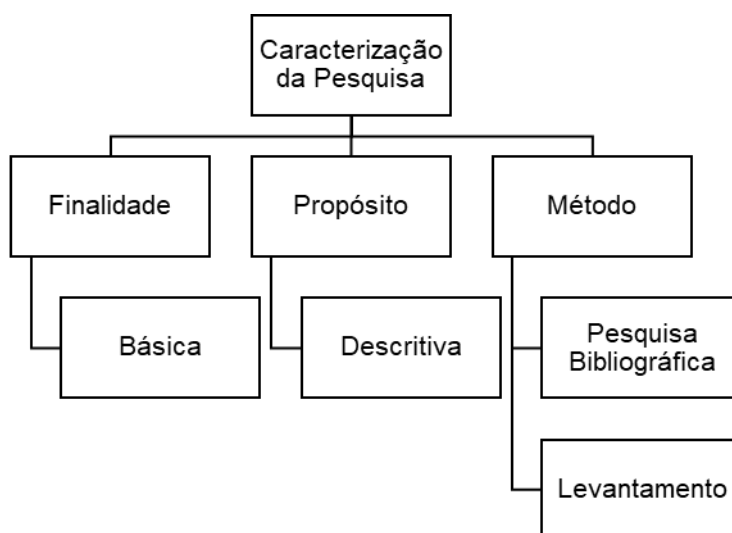
Este capítulo apresenta a abordagem e natureza da pesquisa, suas delimitações, o tratamento e análise dos dados e as limitações do estudo.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Para se adquirir certo conhecimento científico, é necessário conhecer as construções mentais que possibilitem atingir os objetivos almejados. Lakatos e Marconi (2017) definem que o conhecimento científico deva ser real, sistemático, verificável, falível, contingente. Assim, para que o conhecimento possa se denominar “científico” é fundamental identificar quais operações mentais e técnicas foram utilizados para validar a sua veracidade. Dada a quantidade de operações e técnicas que podem ser utilizadas, visando padronizar o método é fundamental classificar as pesquisas (GIL, 2017).

Existem diferentes tipos de pesquisa científica que podem ser classificadas de acordo com sua finalidade, propósito e métodos para coleta de dados. A Figura 11, retrata o enquadramento metodológico, utilizado para esta pesquisa. Os próximos parágrafos apontam a justificativa de cada posicionamento.

**Figura 11 - Enquadramento metodológico.**



Fonte: Autora (2018).

Quanto à finalidade da pesquisa científica, esta é classificada como básica, visto que se destina somente a ampliação do conhecimento, sem qualquer preocupação com seus possíveis benefícios práticos ou aplicados envolvendo verdades e interesses universais. Gil (2017, p. 25)

afirma que a pesquisa básica “reúne estudos que tem como propósito preencher uma lacuna no conhecimento”.

Em relação ao propósito esta pesquisa é classificada como descritiva, tendo como objetivo “identificar características e variáveis que se relacionam com o fenômeno que é objeto de estudo da pesquisa, buscando estabelecer as relações entre todos estes fatores.” (GIL, 2017, p. 26). Tal classificação se dá por existir muita referência bibliográfica disponível sobre o assunto em questão e objetivo da pesquisadora é aprofundar os conhecimentos sobre o tema.

Em acordo com Gil (2017, p. 28), “o delineamento da pesquisa expressa tanto a ideia de modelo quanto de plano”, sendo um elemento fundamental para a identificação deste o procedimento adotado para a coleta de dados. Desta forma em relação ao método adotado para coleta de dados, a pesquisa científica pode ser classificada de diversas formas, tendo em vista o grande número de procedimentos que podem utilizados. Por sua vez, os métodos utilizados para essa pesquisa foram:

- a) Pesquisa bibliográfica - baseada em material já publicado, é elaborada com o objetivo de fornecer fundamentação teórica ao trabalho, bem como a identificação do estágio atual do conhecimento referente ao tema (GIL, 2017);
- b) Levantamento - as pesquisas deste tipo se caracterizam pela interrogação direta das pessoas cuja opinião se deseja saber. “São muito úteis para pesquisas de opiniões e atitudes” (GIL, 2017, p. 34).

Por se tratar de uma pesquisa bibliográfica e levantamento, definiu-se que a coleta de dados será de procedimento misto, visto que de acordo com Gil (2017), combinam elementos visando ampliar e aprofundar o entendimento de um fenômeno em corroboração dos resultados.

### 3.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica foi realizada tendo como fonte obras de referência, periódicos científicos e anais de encontros científicos, para embasamento e levantamento de referencial teórico do assunto e cruzamentos dos conceitos.

A busca iniciou no repositório *Scientific Periodicals Electronic Library* (SPELL), buscando pelos assuntos “Indústria 4.0” e “Manufatura Avançada” e “Transformação Digital”, no qual foram encontrados apenas 4 artigos sobre Transformação Digital, o que caracteriza a baixa produção na área de Administração nesse assunto, visto que este é referência para as áreas de Administração Pública e de Empresas, Contabilidade e Turismo.

Em seguida foi utilizado o portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por trabalhos relacionados à indústria 4.0 no Brasil. Para tal utilizou-se o filtro - artigos publicados no Brasil, digitado no campo de busca “Indústria 4.0”

e “Manufatura Avançada”, “Transformação Digital”, “Serviço Metrológico”. Nesse sentido foram utilizadas publicações recentes – 2013/2018 – de autores já consagrados sobre a temática, como: Hermann, M.; Pentek, T.; Otto, B. (2016), Kagermann (2013), Heindl (2016) e Schumacher, A.; Erol, S.; Sihn, W. (2016), Schwab (2016).

Para a construção da literatura sobre Serviços 4.0 foi consultada a base *Science Direct*, com o termo “*service 4.0*” de onde foram extraídas as publicações da Kans, M.; Ingwald, A (2016), também já apontadas pelos autores anteriores como referências para a temática.

A literatura referenciada foi utilizada para concretizar os seguintes objetivos específicos:

- “*Selecionar os fatores similares entre a Indústria 4.0 e a prestação de serviços*”: realização do cruzamento de conceitos apresentados na literatura de Indústria 4.0 e de gestão de serviços, objetivando a identificação dos elementos similares para análise neste trabalho;
- “*Interpretar como a Rede RP2M compreende a Indústria 4.0 e a prestação de serviço metrológico para esta*”: construção das perguntas abertas do questionário e análise das respostas visando a compreensão do entendimento sobre a Indústria 4.0 e as características de um serviço metrológico focado para esta;
- “*Projetar, por meio da avaliação dos membros da Rede RP2M, a prestação de serviços metrológicos focada na indústria 4.0 dentro dos fatores selecionados*”: construção das perguntas fechadas do questionário e análise das respostas com base nos conceitos de Indústria 4.0 e serviços habilitados para esse contexto. Visou-se conceber a ideia de um serviço metrológico focado para a Indústria 4.0 dentro dos elementos selecionados no objetivo específico “a”, por meio da avaliação dos membros da Rede RP2M.

### 3.3 LEVANTAMENTO

O levantamento de campo é definido por Malhotra (2012), como meio de obtenção de informações que se baseia no questionamento dos entrevistados. Este método é utilizado quando a pesquisa envolve entrevistas com um grande número de pessoas, buscando-se os dados necessários junto ao público alvo através de uma série de perguntas que podem ser realizadas pessoalmente, por telefone, por correio ou por meio eletrônico. A razão da escolha de tal método deu-se, portanto, em função da praticidade e rapidez com que os dados poderiam ser coletados e a velocidade com que os dados coletados poderiam ser analisados.

#### **4.1.8. Sujeitos de pesquisa**

O público-alvo deste levantamento são os laboratórios membros da Rede SIBRATEC de Serviços Tecnológicos para Produtos de Manufatura Mecânica - RP2M componentes da população do estudo que, conforme Malhotra (2012), é a soma de todos os elementos que compartilham algum conjunto comum de características.

Direcionar o estudo para os laboratórios da rede RP2M faz o mesmo se tornar viável pois, conforme Schumacher, Erol e Sihm (2016), para abordar o assunto Indústria 4.0 com gestores é necessário que os mesmos tenham um conhecimento prévio sobre o assunto. Neste sentido, sabe-se que atualmente a rede vem trabalhando no processo de conscientização e mobilização dos seus membros para o alinhamento de conhecimentos acerca da temática. A RP2M é composta por 19 laboratórios, com aproximadamente oitenta (80) membros ativos.

“A amostra é um subgrupo de uma população selecionado para participação no estudo” (MALHOTRA, 2012). No caso desta pesquisa, a amostra se caracteriza como não-probabilística, pois a seleção aleatória não foi utilizada pela pequena amplitude da população, sendo a técnica utilizada a bola de neve. Malhotra (2012), determina que para o uso deste método um grupo inicial de respondentes deve ser selecionado e esses participantes devem identificar outras pessoas pertencentes a população-alvo de interesse. Esse processo continua resultando em um efeito ‘bola de neve’. Nesta pesquisa o grupo inicial de entrevistados foi composto pelos os nove (09) coordenadores dos laboratórios da Rede e os mesmos repassaram o questionário aos membros do seu laboratório que julgassem se coerentes com relação ao conhecimento exigido (atividades atuais e visão de futuro do laboratório, assim como entendimento mínimo sobre a Indústria 4.0).

O grupo inicial é formado por coordenadores dos laboratórios da Fundação CERTI, Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), Instituto Ânima, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade de Caxias do Sul, Instituto de Tecnologia do Paraná, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC, Instituto Nacional de Metrologia, Rede Metrológica de São Paulo.

#### **4.1.9. Instrumento de coleta**

Para a coleta de dados primários foi realizada a aplicação de um questionário estruturado. Tal ferramenta é definida por Gil (2017) como o meio mais rápido e barato de obtenção de informações, além de não exigir treinamento de pessoal e garantir o anonimato. Lakatos e Marconi (2017) apontam como vantagens desse método a economia de tempo, a abrangência de uma área geográfica mais ampla e o menor risco de distorção, pela não

influência do pesquisador. O dado método foi escolhido, pois é de fácil aplicação, rápido na obtenção dos dados e na análise dos mesmos.

Devido à grande dispersão da população o questionário foi disponibilizado em meio eletrônico no site SurveyMonkey®, uma plataforma que fornece um software de pesquisa online projetado para ajudar a tomar as melhores decisões de negócios. Essa plataforma possui ferramentas para criação, distribuição e análise de pesquisas on-line, pesquisas, formulários e questionários.

Foi utilizado nesta pesquisa um questionário estruturado não disfarçado. O mesmo foi estruturado pautando-se nos objetivos da pesquisa, ou seja, ao analisar os dados obtidos, deve-se conseguir responder os objetivos. O questionário contém doze (12) perguntas divididas em três partes obedecendo uma ordem lógica de elaboração de perguntas:

- primeira parte com questões fechadas visando coletar informações sobre o perfil do respondente;
- segunda com perguntas abertas visando à compreensão de conceitos básicos sobre o entendimento sobre a Indústria 4.0 e as características de um serviço metrológico focado para esse contexto;
- terceira composta por questões fechadas buscando aplicar os conceitos teóricos da Indústria 4.0 e serviços 4.0 nos processos laboratoriais.

O questionário completo encontra-se no Apêndice A.

#### **4.1.10. Procedimentos**

Esta subseção destina-se a apresentar os procedimentos norteadores da pesquisa.

##### **3.3.1.1 Pré-teste**

Antes da coleta de dados foi realizado um pré-teste que, segundo Malhotra (2012), “se refere ao teste do questionário em uma pequena amostra de entrevistados, com o objetivo de identificar e eliminar problemas potenciais”. O pré-teste se deu entre os dias 10/09/2018 e 14/09/2018 e foi realizado com dois coordenadores que têm contato próximo com a pesquisadora e se dispuseram a respondê-lo. O questionário foi enviado por meio de correio eletrônico, uma vez que era necessário testá-lo da forma como seria aplicado.

Os respondentes do pré-teste fizeram observações sobre o tamanho longo do texto apresentado nas questões abertas (06 e 07), a quantidade de linhas apresentadas na questão 08 e a não importância do texto apresentado para a introdução de algumas questões. As sugestões

foram acatadas, onde o texto das questões foi diminuído e as perguntas longas divididas para a maior fluidez do questionário.

### 3.3.1.2 Coleta

A coleta de dados foi realizada entre os dias 17/09/2018 e 30/09/2018 adotando as seguintes etapas:

- a) 17/09/2018 – Convite via e-mail para os respondentes;
- b) 26/09/2018 – Reforço do convite via e-mail;
- c) 28/09/2018 – Reforço do convite via e-mail.

### 4.1.11. Análise de Dados

Foram coletadas um total de vinte e seis (26) respostas. A análise dos dados foi realizada com base na transcrição em duas ferramentas, o SurveyMonkey®, e o Excel®. O SurveyMonkey®, compilou os dados coletados por meio do questionário e forneceu uma tabela com os resultados à medida que os respondentes foram enviando suas respostas, desta forma, tal ferramenta mostrou-se de extrema importância na aplicação do questionário, análise e a compilação dos dados. A fim de transformar os dados coletados via SurveyMonkey®, em informações, fez-se necessário a utilização do Excel®, ferramenta essa que permitiu que os dados fossem cruzados e colocados de forma mais visual em tabelas e gráficos.

Antes da análise dos dados houve a manipulação dos mesmos visando: selecioná-los a fim de detectar falhas ou erros; codificá-los para categorizar os dados que se relacionavam e; tabulá-los para possibilitar facilidade na verificação de suas inter-relações (LAKATOS; MARCONI, 2017). Desta forma verificou-se, se havia ou não integridade e qualidade nos dados obtidos. Nessa etapa eliminaram-se dez (10) questionários por haverem respostas incompletas.

No que compete à transcrição dos dados, fez-se necessário padronizar algumas das respostas dadas pelos respondentes nas perguntas abertas, onde se pediam sugestões e opiniões como a opção “outros”. Isso porque alguns entrevistados preencheram o campo de resposta com erros de digitação, além de abordarem a mesma resposta de forma diferente, o que gerava para ferramenta dois dados distintos no momento de fazer as análises.

De posse dos dados tratados, foi possível dar início às análises. O método empregado na pesquisa para evidenciar os resultados encontrados foram quantitativos por meio de análise de conteúdos, tabelas de frequência e gráficos. Tais ferramentas foram escolhidas pois são de fácil entendimento e fornecem o esclarecimento necessário para responder os objetivos do estudo.

Em acordo com Gil (2017), a análise de conteúdo visa obter, por procedimentos sistemáticos, a interpretação do conteúdo das mensagens que podem ser traduzidas por meio de indicadores (quantitativos ou não) para a inferência do conhecimento. Tal processo iniciou pela compilação das respostas abertas das questões 4 e 5. Em seguida foram relacionadas estruturas semânticas apresentadas nas respostas com categorias de palavras determinadas a posteriori juntamente com a repetição de conteúdos comuns à maioria dos respondentes. Com a definição destas foram feitas tabelas de frequência visando o cruzamento dos dados coletados e a teoria. Para auxílio neste processo foi utilizado o software MAXQDA® que permite a análise de dados qualitativos e métodos mistos em pesquisas acadêmicas, científicas e comerciais.

### 3.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A metodologia em questão possui algumas limitações. A primeira questão levantada consiste na complexidade do tema e o fato da Indústria 4.0 ser um tema recente e em desenvolvimento inicial fato que ainda não nos permite respostas conclusivas.

Outro ponto é acerca da generalização, pelo fato de o levantamento de dados primários ter sido realizado apenas com alguns membros dos laboratórios da Rede RP2M, o estudo não deve ser generalizado, visto que em acordo com Gil (2017), quando há a análise de um único ou de poucos casos do fato esta é uma base muito frágil para a generalização.

Com relação à fonte de coleta dos dados primários das informações, o questionário pode limitar os respondentes a dar as informações desejadas ou fornecerem respostas superficiais.



## 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo estão expostos e analisados os resultados obtidos por meio da pesquisa bibliográfica e aplicação do questionário, a fim de atingir ao objetivo geral de sugerir um conjunto de práticas operacionais para laboratórios de serviços metrológicos, visando atender as Indústrias 4.0. Para tanto, o capítulo está estruturado de forma a apresentar: (i) fatores similares entre a Indústria 4.0 e a prestação de serviços; (ii) interpretação dos membros da Rede RP2M sobre o conceito de Indústria 4.0 e a prestação de serviços para esta (iii) projeção do serviço metrológico focado na Indústria 4.0.

### 4.1 FATORES SIMILARES ENTRE A INDÚSTRIA 4.0 E A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Para a identificação de fatores, ou seja, características estruturais similares entre a Indústria 4.0 e a prestação de serviços, foram analisadas as literaturas propostas para Indústria 4.0 e a prestação de serviços descritas no capítulo 2.

Os modelos de maturidade em Indústria 4.0, estudados por Cavalcante e Almeida (2017) mencionados no item 4.1.4, destacam dez áreas de avaliação. Ao analisar a Figura 5, que sintetiza o estudo, o fator “tecnologia” é apresentado em todos os modelos, seguido de “estratégia” e “operações”, com quatro constatações nos cinco modelos estudados, e “produtos” com três incidências. Por sua vez, Schumacher, Erol e Sihn (2016) entendem que os fatores: “produtos”, “clientes”, “operações” e “tecnologias” são características básicas que devem ser abordadas, pois permitem realizar uma abordagem mais sistêmica da organização.

Ao analisarmos os fatores da prestação de serviços apontados por Lovelock e Wright (2006) no item 2.3, nota-se que alguns termos se assemelham aos apresentados por Cavalcante e Almeida (2017), na avaliação da Indústria 4.0. Para facilitar a visualização deste cruzamento o Quadro 4 foi elaborado trazendo as referências de Cavalcante e Almeida (2017), Lovelock e Wright (2006) e Schumacher, Erol e Sihn (2016).

Nota-se no Quadro 4 que os fatores “operações” destacados em laranja, “produtos” em azul e “consumidores/pessoas” em verde, aparecem em ambas as referências levando a compreensão que são fatores que devem ser estudados quando busca-se o cruzamento entre os assuntos. Na segmentação proposta por Lovelock e Wright (2006), o elemento “pessoa” é definido como todos que são envolvidos direta ou indiretamente com a prestação de serviço, abrangendo os fatores “consumidores” e “pessoas” trazidos por Cavalcante e Almeida (2017). O elemento “tecnológico”, em amarelo, não é encontrado quando se busca a comparação, porém

quando se trata de Indústria 4.0, e qualquer esfera que a englobe, não há como deixar esse de lado visto que é o seu elemento motriz.

**Quadro 4 - Cruzamento entre fatores da I4.0 e a Prestação de Serviços.**

Área de avaliação e nº de constatações nos modelos avaliados por Cavalcante e Almeida (2017)		Variáveis de decisão propostas por Lovelock e Wright (2006) na gestão integrada de serviços	Schumacher, Erol e Sihm (2016)
Tecnologias	5/5	Produto	Produtos
Estratégias	4/5	Lugar e Tempo	Clientes
Operações	4/5	Processo	Operações
Produtos	3/5	Produtividade e Qualidade	Tecnologias
Consumidores	2/5	Pessoas	
Cultura	2/5	Promoção e Educação	
Pessoas	2/5	Evidência Física	
Segurança	2/5	Preço e outros custos	
Liderança	1/5		
Governança	1/5		

Fonte: Autora (2018).

A comparação abordando estes quatro fatores é válida ao considerarmos os elementos apresentados por Schumacher, Erol e Sihm (2016) como básicos.

Após a análise e cruzamento das referências, entende-se que os elementos: operações, clientes, produtos e tecnologias são os fatores relevantes quando se busca analisar a prestação de serviços focados para a Indústria 4.0, sendo conceituados da seguinte maneira:

- “Operações” - relacionado aos fluxos, procedimentos e métodos utilizados na prestação do serviço. Está ligado ao modo que os processos ocorrem dentro da empresa. No modelo 4.0 esses teriam que ser cada vez mais fluidos, com o conceito “lean” cada vez mais presente;
- “Clientes” – destinatário final do serviço prestado. Está relacionado com as práticas adotadas pela empresa para imersão na quarta revolução industrial, como a elaboração de *roadmaps*, implementação e execução de estratégias de modo alinhado com futura necessidade do mercado;
- “Produtos” – se refere ao que de fato é entregue ao cliente final e suas características, apresentando uma mercadoria bastante customizada, porém com fabricação em massa. Um produto digitalizado com capacidade de agregar informações necessárias para toda a cadeia de valor;
- “Tecnologias” – ferramentas que possibilitam fazer modificações nas condições de funcionamento de um processo tornando-o mais cômodo, com adoção de tecnologias nas soluções entregues ao cliente, como as citadas no item 4.1.4: IoT; dispositivos móveis, realidade aumentada, computação em nuvem, entre outros.

Definidos os fatores similares, dado que a prestação de serviço 4.0 é altamente complexa (KANS e INGWALD, 2016), essa pesquisa os tratará de maneira sistêmica na busca por práticas operacionais transversais.

#### 4.2. APRESENTAÇÃO DA REDE SIBRATEC RP2M

A Rede SIBRATEC de Serviços Tecnológicos para Produtos de Manufatura Mecânica - RP2M é uma das redes constituídas por iniciativa do MCTIC dentro do contexto do Sistema Brasileiro de Tecnologia – SIBRATEC - para apoiar o desenvolvimento da oferta de serviços tecnológicos em metrologia, normalização e avaliação da conformidade.

O SIBRATEC tem como objetivo assistir o desenvolvimento tecnológico das empresas brasileiras, bem como melhorar a qualidade dos produtos colocados nos mercados interno e externo, dando condições para o aumento da taxa de inovação dessas empresas e, assim, contribuindo para o aumento do valor agregado de faturamento, produtividade e competitividade no mercado.

Operado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o SIBRATEC é um instrumento de articulação e aproximação da comunidade científica e tecnológica com as empresas. Seu vetor condutor é a demanda empresarial. Nesse sentido, as ações do Sistema buscam atender às necessidades de desenvolvimento tecnológico e implantar a cultura da inovação nas empresas brasileiras, principalmente micro e pequenas, conforme ilustra a figura abaixo.

O SIBRATEC está organizado em três tipos de redes, as quais são denominadas de componentes: Centros de Inovação, Serviços Tecnológicos e Extensão Tecnológica. A RP2M é uma rede de Serviços Tecnológicos que tem foco na superação de exigências técnicas nacionais e facilitação do acesso aos diferentes mercados mundiais.

A RP2M, conforme Figura 12, foi fundada pelos laboratórios selecionados na Chamada Pública MCT/FINEP/Ação Transversal/SIBRATEC 01/2008 e é composta por 19 laboratórios, distribuídos em 06 estados do Brasil, sendo 58% privados, 32% públicos e 11% mistos, que prestam serviços de calibração, medição e ensaio (RP2M, 2018).

**Figura 12 - Área de Abrangência da RP2M.**



Fonte: SIBRATEC (2018).

A RP2M é constituída pelas seguintes categorias de membros: prestadores de serviços tecnológicos; organizações governamentais; empresas demandantes; coordenador da rede; representante de um prestador de serviços tecnológicos para representação da rede; núcleo coordenador e; secretaria executiva.

São considerados prestadores de serviços tecnológicos os laboratórios e demais prestadores de serviços em metrologia, avaliação da conformidade e normalização para o setor que possuam serviços acreditados junto à CGCRE – Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO ou em outro órgão governamental.

Visando integrar prestadores de serviços tecnológicos, a RP2M utiliza ferramentas e soluções em rede para o desenvolvimento da indústria metal mecânica no Brasil. Às suas competências estão associadas à prestação de serviços de ensaio, medição e calibração, para os setores produtivos da manufatura mecânica sendo eles os segmentos automotivos, bens de capital, aeronáutico e naval.

Para a pesquisa em questão será analisada apenas a prestação de serviços metrológicos, sendo essa um componente dos serviços tecnológicos prestados pela Rede SIBRATEC RP2M.

#### 4.3. INTERPRETAÇÃO DOS MEMBROS DA REDE RP2M SOBRE O CONCEITO DE INDÚSTRIA 4.0 E A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS PARA ESTA

##### 4.3.1. Perfil dos Respondentes

Conforme citado anteriormente, foram aplicados questionários via internet e obtidas 16 respostas válidas, resumidas na Tabela 1 e analisadas abaixo.

**Tabela 1 - Perfil dos respondentes.**

Formação acadêmica			
Stricto Sensu	Superior	Lato Sensu	Técnico
62,50%	18,75%	12,50%	6,25%
Cargo na empresa/instituição que atua			
Pesquisador	Gerente	Analista	Técnico
43,75%	31,25%	18,75%	6,25%
Economia da empresa/instituição			
Privada	Pública	Mista	
62,50%	31,25%	6,25%	
Serviço ofertado			
Medições Diversas	Calibração	Ensaio	Pesquisa
33,33%	30,30%	24,24%	12,12%

Fonte: Autora (2018).

Dentre os respondentes 6,25% apresentam formação acadêmica de nível médio e 93,75% apresentam formação acadêmica de nível superior, destes 62,50% possuem Pós-Graduação – Stricto Sensu (Mestrado, Doutorado), 12,50% Pós-Graduação - Lato Sensu (Especialização) e 18,75% Ensino Superior (Bacharel, Tecnólogo, Licenciatura).

A respeito do cargo exercido na empresa que atua, 43,75% são pesquisadores, 31,25% gerentes/coordenadores, 18,75% analistas e 6,25% técnico. Dentre os que responderam ter cargos de gerência, todos apresentam pós-graduação.

Sobre a empresa na qual atuam 62,50% são de empresas privadas, 31,25% de empresas públicas e 6,25% de empresas mistas, o que condiz que a distribuição dos laboratórios atualmente. Entre os serviços ofertados 33,33% atuam com medições diversas, 30,30% calibração, 24,24% ensaios e 12,12% com pesquisa de desenvolvimento e inovação em engenharia, produtos e processos. Os que atuam com pesquisa são todos de empresas privadas. Todos que atuam com calibração também atuam com medições diversas e dentre os que atuam com ensaio 50% também ofertam calibrações.

#### **4.3.2. Interpretação da Indústria 4.0**

A fim de compreender o que os respondentes consideram ser a indústria 4.0, as respostas da questão 06, foram categorizadas por agrupamento de palavras idênticas e em seguida por termos semelhantes. A Figura 13 apresenta o gráfico elaborado com as palavras chaves que apresentam contagem de apresentação maior que duas vezes.

A Tabela 2 seguinte apresenta os termos codificados e a frequência no quais eles apareceram nas respostas. Ao total foram identificados treze (13) vocábulos.

Figura 13 - Gráfico Palavras apresentadas e contagem de apresentação



Fonte: Autora (2018).

Tabela 2 - Codificação das entrevistas.

Código	Frequência	Porcentagem
<b>Fusão do mundo físico com o digital</b>	06	37,50
<b>Tecnologias</b>	06	37,50
<b>Automação</b>	06	37,50
<b>Dados, Internet das coisas</b>	06	37,50
<b>Otimização dos sistemas</b>	06	37,50
<b>Autônomo</b>	04	25,00
<b>Quarta revolução industrial</b>	04	25,00
<b>Transformação Digital</b>	04	25,00
<b>Supervisão remota</b>	03	18,75
<b>Integração das cadeias de valor</b>	02	12,50
<b>Customizáveis</b>	02	12,50
<b>Robótica</b>	01	6,25
<b>Configurável remotamente</b>	01	6,25
<b>Respostas analisadas</b>	<b>16</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autora (2018).

Ao analisarmos o entendimento apresentado, percebe-se que indústria 4.0 na visão dos membros da RP2M, é embarcada e impulsionada por tecnologias da informação e digitais, que possibilitam a integração do mundo físico com o digital, porém não existe para os participantes uma distinção entre o que é transformação digital, digitalização e o digital, sendo os mesmos citados algumas vezes em termos como: “era da transformação DIGITAL” “Modelos de negócio DIGITAL” “fusão do mundo físico com o DIGITAL”. Desta forma, há um

entendimento que a indústria 4.0 seja cercada pelo mundo digital, porém ainda não há a noção das inúmeras tendências disruptivas que caminham junto à transformação digital.

Quatro (04) dos 16 respondentes entendem a indústria 4.0 é pé direito da quarta revolução industrial, porém contextualizando-a como: “princípio da otimização dos sistemas”, “envolve o mundo digital”, “iniciativa que reúne um conjunto de tecnologia”. Destes quatro (4) respondentes um (1) abordou alguns pilares desta iniciativa categorizando-os como: “1- Digitalização e integração das cadeias de valor horizontais e verticais; 2- Digitalização da oferta de produtos e serviços; 3- Modelos de negócio digital e acesso ao cliente”.

Observa-se também a apresentação da palavra e categoria “automação” para descrever a indústria 4.0, mas, conforme exposto por Heindl et al. (2016), esse processo é característico da indústria 3.0 onde há uma forte automação da produção, facilitada pelo uso da eletrônica e tecnologias da informação. Essa confusão talvez seja justificada pela baixa implementação da I4.0 no Brasil conforme trazida por PWC (2016) e Heindl et al, (2016).

Para cruzar os termos coletados com os princípios propostos por Hermann, Pentek e Otto (2016), foi criado o Quadro 5, onde nota-se que as categorias apresentadas se encaixam nos princípios propostos pelos autores, porém ainda não há entendimento sobre a orientação a serviços que vem embargada junto a Indústria 4.0. Essa conforme exposto por Rodrigues, De Jesus, Schützer, (2016), compreende que as empresas deixam de ofertar apenas bens físicos, podendo possuir um mix de produtos com serviços possibilitados pelo uso de CPS. A orientação a serviços é um princípio que poderá ligar fortemente os laboratórios a indústria, pois por meio deste a manufatura pode disponibilizar os serviços que utiliza (nuvem, sensoriamento, interface móvel) também para outros participantes do processo, interna e externamente, através da *Internet of Services*.

**Quadro 5 - Codificação versus Princípios da Indústria 4.0.**

<b>Princípio de Hermann, Pentek e Otto (2016)</b>	<b>Codificação proposta para análise</b>
Interoperabilidade	Autônomo Supervisão Remota Fusão do mundo físico com o digital
Virtualização	Autônomo Supervisão Remota Fusão do mundo físico com o digital
Descentralização	Configurável remotamente Supervisão Remota
Análise de Dados em Tempo Real	Dados, Internet das coisas
Orientação a Serviços	
Modularização	Customizáveis

Fonte: Autora (2018).

O entendimento dos membros é validado pelo estudo feito por Heindl et al., (2016) que avaliou que as empresas percebem os conceitos da Indústria 4.0 como altamente complexos, porém não há uma ideia clara do seu significado resultando em incerteza em relação aos

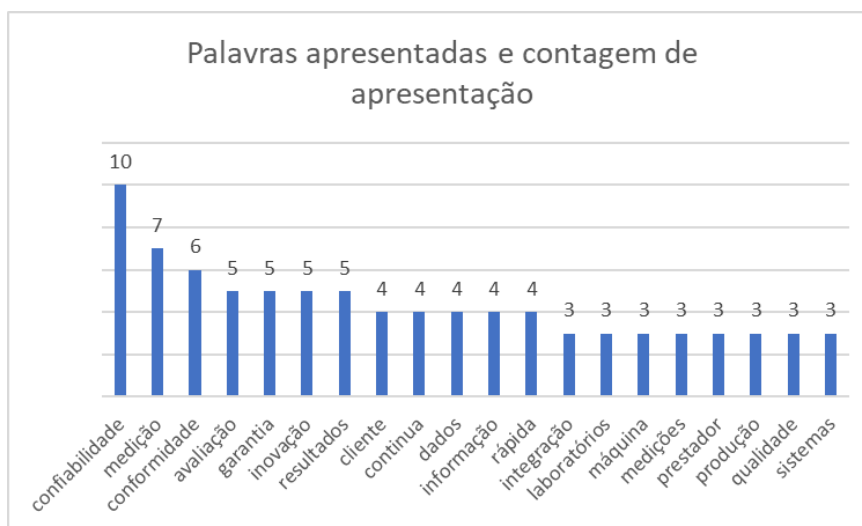
benefícios e resultados. Outro fator também apresentado por Heindl et al., (2016), é que a baixa tecnologia implantada na maior parte das organizações brasileiras contribui para a desorientação. Identifica-se que, a conclusão dada por Drath e Horch (2014) que o grande ruído por trás da temática “4.0” causa muita desorientação, ao invés de transparência.

#### 4.3.3. Interpretação dos serviços metrológico para Indústria 4.0

Para analisar o que os respondentes entendem ser o papel de laboratório prestador de serviço metrológico no contexto da Indústria 4.0 e como deve ser um serviço metrológico voltado para estas, as respostas da questão 07 foram categorizadas por agrupamento de palavras idênticas e, em seguida, por termos semelhantes. A Figura 14, apresenta o gráfico elaborado com as palavras chaves que apresentam contagem de apresentação maior que duas vezes.

Por sua vez, a Tabela 3 apresenta os termos codificados e a frequência no quais eles aparecem nas respostas. Ao total foram identificados nove (09) vocábulos.

**Figura 14 - Palavras apresentadas e contagem de apresentação.**



Fonte: Autora (2018).

Ao analisar as respostas, a palavra “confiabilidade” foi mencionada 10 vezes em 09 respostas. Assim, entende-se que os respondentes avaliam que o laboratório prestador de serviços metrológico deve se manter como um fornecedor de confiabilidade metrológica, entregando medições de forma segura e confiável. Não há perda da relevância da metrologia nesse contexto, entendendo-se que a metrologia “tem um papel imprescindível na garantia da qualidade dos serviços realizados garantindo assim a eficiência dos processos de inovação.”

Conforme respostas obtidas, avalia-se que os laboratórios devam “buscar adequação aos regulamentos e normas que irão surgir a medida deste desenvolvimento da I4.0”, “incorporando\integrando às chamadas tecnologias habilitadoras” para ofertar serviços inovadores que “agreguem maior valor ao cliente (indústria)”, ágeis fornecendo “cada vez mais



resultados confiáveis em menor tempo”. Deve-se estabelecer “relação de confiança entre o laboratório e seus clientes” para que se possa trocar dados dos processos.

**Tabela 3 - Codificação das entrevistas.**

<b>Código</b>	<b>Frequência</b>	<b>Porcentagem</b>
<b>Confiabilidade</b>	09	56,25
<b>Inovação</b>	07	43,75
<b>Rapidez</b>	06	37,50
<b>Sensores de medição</b>	05	31,25
<b>Remota</b>	05	31,25
<b>Garantia da qualidade dos serviços</b>	05	31,25
<b>Integração</b>	05	31,25
<b>Automatização</b>	03	18,75
<b>Aprendizado de máquina</b>	02	12,50
<b>Respostas analisadas</b>	<b>16</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autora (2018).

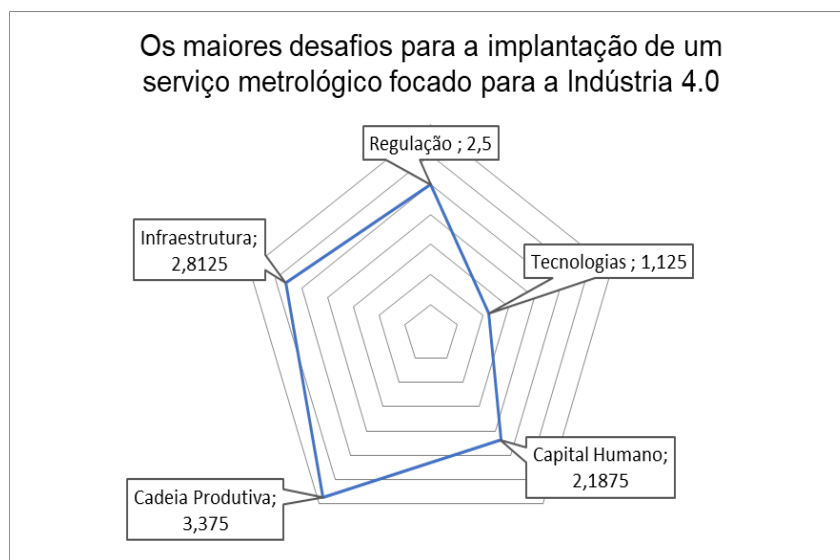
Termos como “sensores”, “automação”, são citados mesmo sendo característicos da Indústria 3.0. Julga-se que são funções essenciais em laboratórios para atender demandas da indústria 4.0 para orientação “remota” de tomada de decisão e auxílio do “aprendizado de máquina”.

Nessa nova revolução industrial a avaliação de conformidade está “voltada ao estágio final do produto, realimentando o processo de fabricação” podendo ser “realizada com dados da produção”. Desta forma, reduz-se as demandas diretas por “dados de medição e aumenta-se a necessidade por conhecimento”, direcionando as conclusões aos “reais” problemas. Neste cenário, talvez a metrologia saia dos “bastidores” e seja “protagonista” num mundo que exige cada vez mais sensores, dados e resultados confiáveis.

Na avaliação de quais são os maiores desafios na implantação de um serviço metrológico focado para a Indústria 4.0, foram apresentadas as cinco áreas propostas como prioritárias no Plano de CT&I para Manufatura Avançada no Brasil do MCTIC (2017): Cadeia Produtiva, Infraestrutura, Regulação, Tecnologias e Capital Humano. Os respondentes julgaram com 5 (maior desafio) a 1 (menor desafio). O resultado está sistematizado na Figura 15, que demonstra que o maior desafio está ligado à **cadeia produtiva**, onde existe uma baixa percepção de valor de serviços metrológicos pelos usuários, existindo a necessidade de transpassar barreiras tecnológicas, estruturais e culturais, consolidadas pelas revoluções industriais anteriores. Em seguida a **infraestrutura**, com a inexistência ou alto custo/inviabilidade de infraestrutura adequada, assim como a dificuldade de acesso a infraestruturas tecnológicas e educacionais e deficiências na infraestrutura de banda larga. A

necessidade de **regulações** aparece em terceiro lugar, pelo excesso de regulamentação, ausência de coerência regulatória e desconhecimento das empresas sobre o tema. O **capital humano** é o quarto ponto caracterizado pela ausência de profissionais qualificados com as competências necessárias; e por último aparecem as **tecnologias** destacando a inexistência ou alto custo/inviabilidade da tecnologia.

**Figura 15 - Desafios para implantação de um serviço metrológico para a I4.0.**



Fonte: Autora (2018).

Por mais que as **tecnologias** sejam habilitadoras da Indústria 4.0, entende-se que para os prestadores de serviços metrológicos focados para esta, essa categoria não apresenta o maior desafio. Conforme proposto por Kans e Ingwald (2016) passar da venda de um produto físico para um conjunto de soluções requer uma estreita cooperação entre o fornecedor e o cliente e significa uma grande mudança. Esse dado também pode ser validado por Khan (2016), que cita que a esfera tecnológica é apenas uma das tendências da transformação digital, além de lançar mãos de tecnologias, há necessidade de mudança na forma de atuação estratégica, social e ética.

#### 4.4. ELEMENTOS PARA PROJEÇÃO DO SERVIÇO METROLÓGICO FOCADO NA INDÚSTRIA 4.0.

Visando projetar o serviço metrológico focado na indústria 4.0 essa seção analisará as respostas obtidas pelo membros da RP2M separando pelos fatores apresentados na seção 4.1. Entende-se que por mais que se proponha uma divisão - dentro do contexto complexo no qual a quarta revolução industrial está inserida - esses fatores devem ser tratados de forma transversal

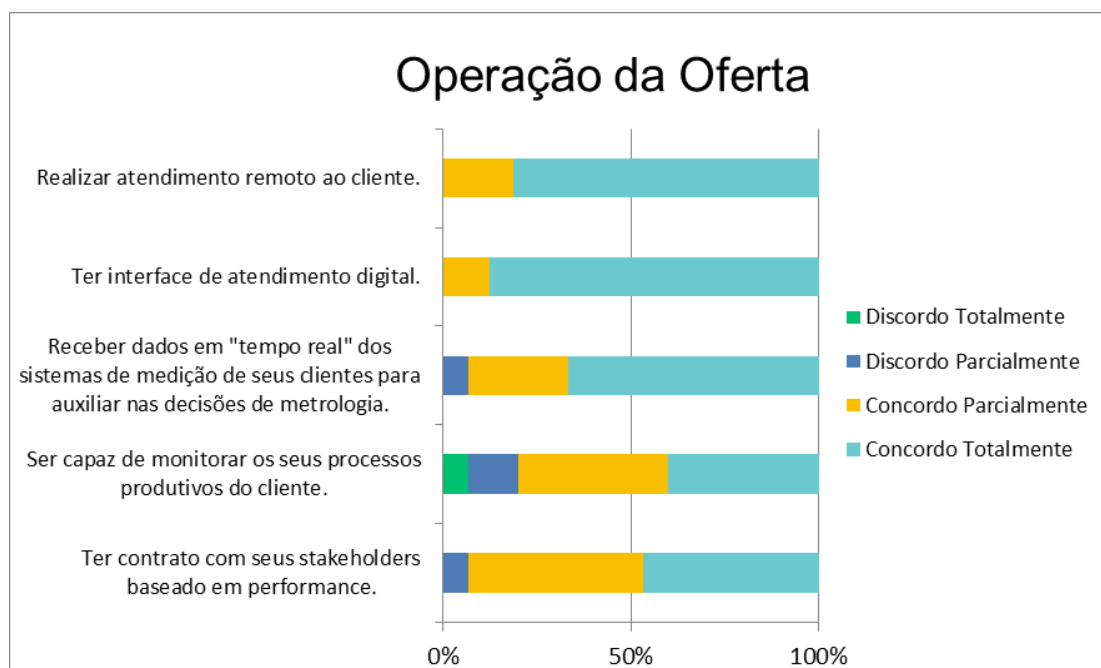
objetivando apresentar, dentro de uma visão sistêmica e holística, como a indústria 4.0 e suas tecnologias, modelam o produto e também as maneiras de operação de um serviço metrológico.

#### 4.4.1. Operações e Clientes

Esse tópico aborda a relação entre “**Operações**” - relacionado aos fluxos, procedimentos e métodos utilizados na prestação do serviço e “**Clientes**” – destinatário final do serviço prestado. No modelo 4.0 devem ser cada vez mais fluidos, com o conceito “*lean*” presente. Kans e Ingwald (2016) propõem que a flexibilidade e customização em massa na fabricação proposta pela I4.0 requer maleabilidade e adaptabilidade nos serviços a ela ofertados. A proposta deve ser focada no cliente e envolver intensivo conhecimento, tornando-a de alta complexidade e exigindo uma perspectiva holística da cadeia de valor total.

Baseado nestes conceitos houve o questionamento aos entrevistados de algumas perspectivas sobre o modo de operação dos serviços oferecidos a Indústria 4.0, pautado em características apresentadas no tópico 2.4. O resultado está apresentado na Figura 16. Com relação à **prestação de serviço remoto**, 81,25% dos respondentes concordam totalmente com esta operação, 18,75% está de acordo, mas afirma existir alguma característica que deve ser observada nesse formato. 87,5% concordam totalmente que o laboratório deva ter a sua **interface de atendimento ao cliente digital**. Por fim, dentre os 12,50% que não concordam totalmente, 50% também não concorda totalmente em realizar atendimento remoto ao cliente.

Figura 16 - Características da operação da Oferta



Fonte: Autora (2018).

Com relação à integração com as operações do cliente, onde o laboratório possa **receber dados em "tempo real"** dos sistemas de medição de seus clientes para auxiliar nas decisões de metrologia, 33,34% dos respondentes não concorda totalmente com essa afirmação, sendo que estes também não concordam totalmente com a ideia que **o laboratório deva ser capaz de monitorar os processos produtivos do cliente**. Nota-se uma correlação moderada entre “Receber dados em "tempo real"” dos sistemas de medição de seus clientes para auxiliar nas decisões de metrologia” e “Realizar atendimento remoto ao cliente”, entende-se que ao receber os dados, há necessidade de atendimento remoto para repasse ao cliente.

Com relação ao **contrato baseado em performance**, proposto por Kans e Ingwald (2016), como uma ferramenta que garanta a visualização da vantagem estratégica do mesmo a cliente/fornecedor apenas 46,67% concordam totalmente, sendo que estes também concordam totalmente em **ter interface de atendimento digital**, o que demonstra que estes já entendem a necessidade do alinhamento de expectativas entre as partes, e o benefício da aliança estratégica. Avalia-se uma correlação moderada entre **receber dados em tempo real e ter interface de atendimento digital** e **ter contrato baseado em performance**, entende-se que o laboratório que receberá os dados da indústria 4.0 deverá ter o contrato com indicadores coerentes, prestando serviços proativos permitindo uma experiência positiva comum.

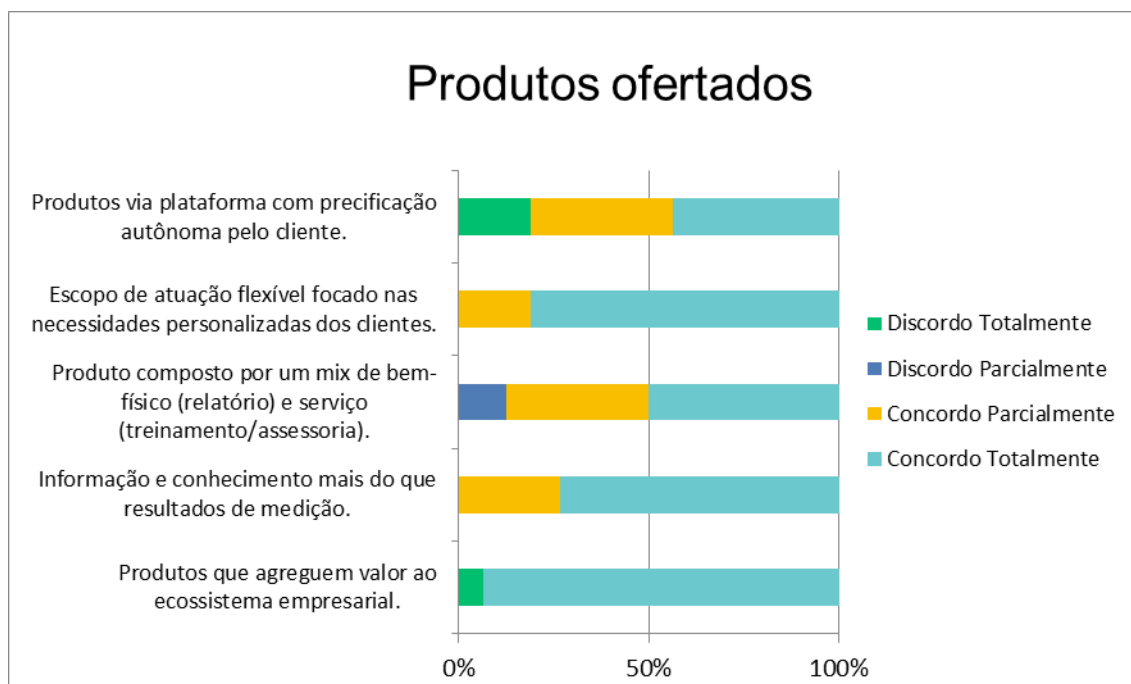
#### 4.4.2. Produtos

Apresentadas as características de operações com os clientes, o **produto** se refere ao que de fato é entregue ao cliente final e suas características. Desta forma, neste tópico os entrevistados foram questionados sobre algumas características possíveis de produtos metrológicos a serem ofertados a Indústria 4.0 também pautado em características apresentadas no tópico 2.4. O resultado se apresenta na Figura 17.

Dentre os respondentes, 93,75% acreditam que o produto ofertado pelo laboratório deva **agregar valor ao ecossistema empresarial**, trazendo benefícios aos mais diversos atores. 100% concordam de alguma forma que o produto oferecido deva ser visto como um elemento estratégico composto por **conhecimentos (técnicos, organizacional)** entregando mais do que resultados de medição. Desta forma, entendendo a complexidade do produto, 50% concordam totalmente que o formato deva ser **composto por bem-físico (relatório de medição) e serviço (assessoria/treinamento)**, porém 12,5% discordam dessa afirmação, sendo que estes todos são de empresas privadas que trabalham com calibração.

Há uma correlação moderada entre ter um **escopo de atuação flexível focado nas necessidades personalizadas dos clientes**, ter **produtos que agreguem valor ao ecossistema empresarial e ofertar informação e conhecimento mais do que resultados de medição**.

Figura 17 - Características do produto ofertado



Fonte: Autora (2018).

Todos os respondentes concordam que há a necessidade de se manter um **escopo de atuação flexível** focado nas necessidades personalizadas dos consumidores, porém apenas 81,25% concordam em ofertar seus produtos via plataforma com **precificação autônoma do cliente**. Nota-se uma correlação moderada entre concordar totalmente em ofertar produtos via plataforma com precificação autônoma pelo cliente com a oferta de calibrações e medições diversas.

#### 4.4.3. Tecnologias

Para operações e produtos acima citados possam ser entregues aos clientes, um conjunto de tecnologias deve ser implantada nos laboratórios realizar as melhorias nas condições de funcionamento dos processos. Baseado no agrupamento de tecnologias proposto por Cavalcante e Almeida (2017) e nos processos laboratoriais desenhado por Beckert (1997), foi questionado aos respondentes o **esforço** para a implantação das mesmas em cada processo laboratorial, sendo as respostas possíveis: "NA" não se aplica; "0" sem esforço; "1" pouco esforço; "2" médio esforço; e "3" alto esforço e o **benefício** que poderiam oferecer, variando de: "NA" não se aplica; "0" nenhum benefício; "1" pouco benefício; "2" médio benefício; e "3" muito benefício.

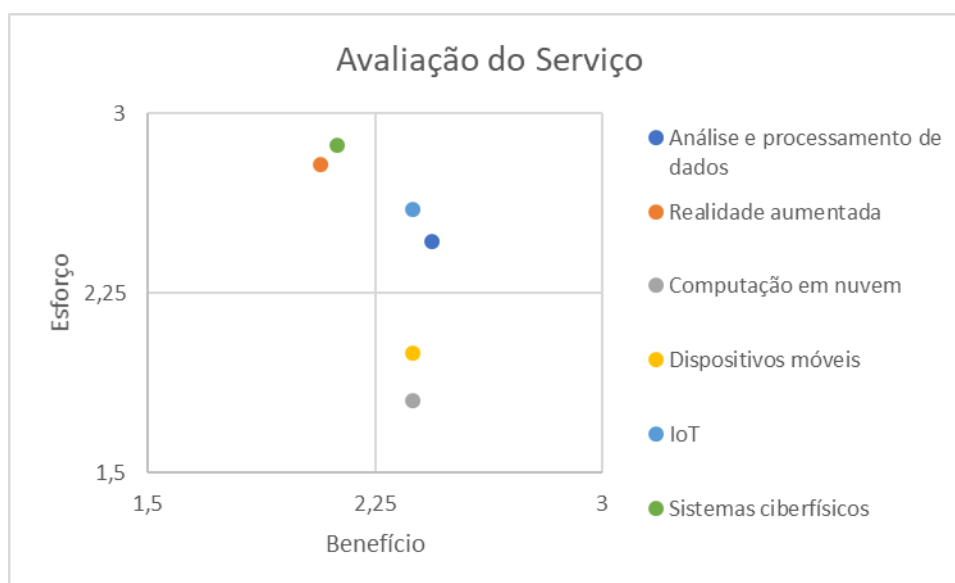
Por **esforço**, entende-se o volume de trabalho necessário para que a tecnologia seja implementada, ou seja, quanto o laboratório precisará dedicar-se para que a mesma se torne funcional. Quanto menor o esforço necessário para implementar, mais rápido o laboratório

poderá obterá os resultados dessa ação. Por **benefício**, entende-se o ganho obtido para a prestação do serviço. Quanto maior o benefício, maior será o resultado a implantação da tecnologia. Os resultados foram cruzados para se apresentar em forma de uma matriz de esforço x benefício, conforme as Figura 18, Figura 19, Figura 20 e Figura 21.

A prioridade na implantação das tecnologias deverá seguir a regra de implementar primeiro o que agrega maior valor, ou seja, o **benefício** é mais alto. Após a avaliação pelos benefícios, devem ser priorizados as tecnologias que demandam menor **esforço**.

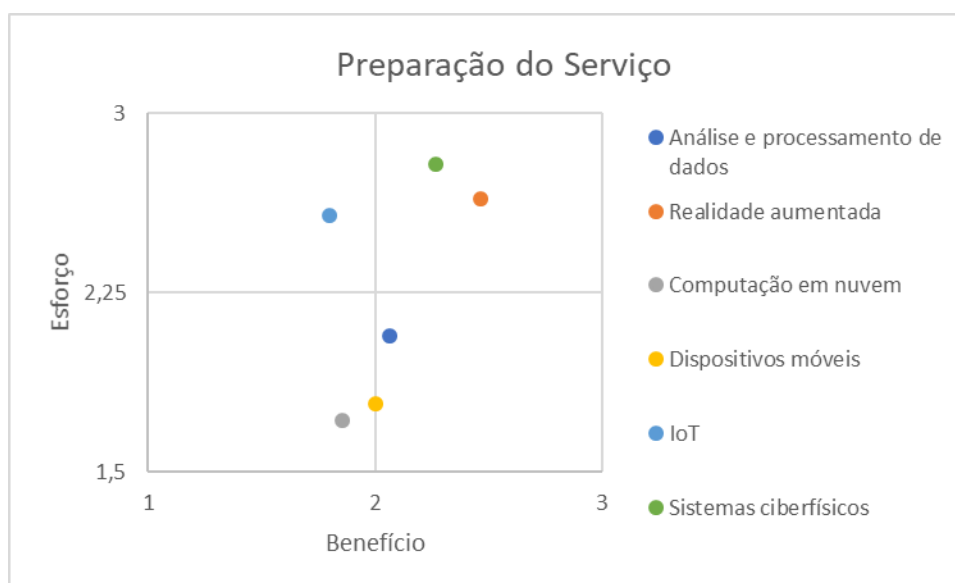
Considerando a **avaliação do serviço**, ou seja, o recebimento da necessidade do serviço identificada pelo cliente, análise e negociação do laboratório e envio da proposta ao cliente, conforme Figura 18, a “computação em nuvem”, com o processamento de dados remotamente, é a tecnologia que deve ser priorizada pois apresenta um dos maiores benefícios com o menor esforço para implantação, seguida dos “dispositivos móveis”: terminais de acesso às informações como *tablets* e *smartphones*. Nessa categoria 12,5% dos respondentes julgaram que “realidade aumentada”, a inserção de objetos virtuais no mundo físico, não se aplica na avaliação dos serviços.

**Figura 18 - Tecnologias para Avaliação de Serviços**



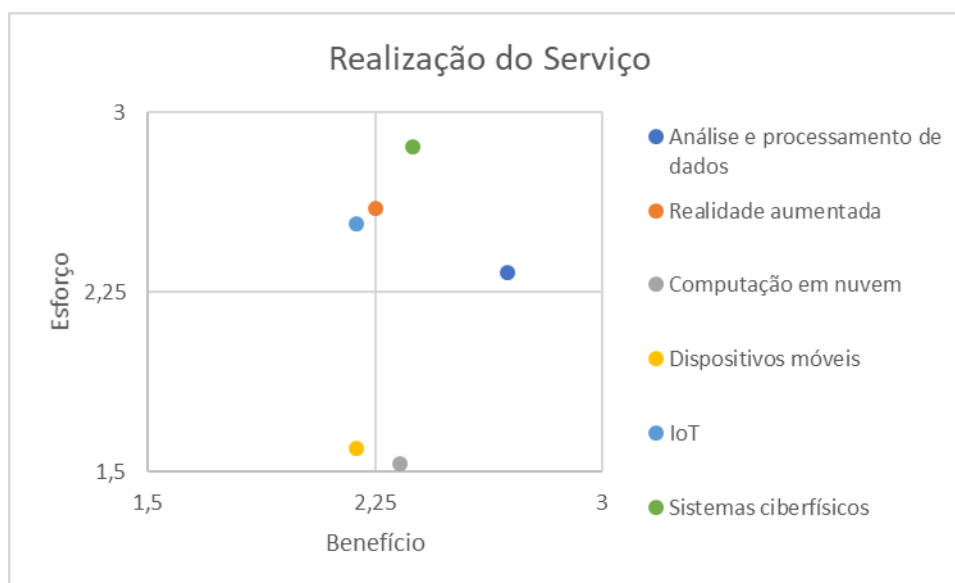
Fonte: Autora (2018).

**Figura 19 - Tecnologias para Preparação de Serviços**



Fonte: Autora (2018).

**Figura 20 - Tecnologias para Realização do Serviços**

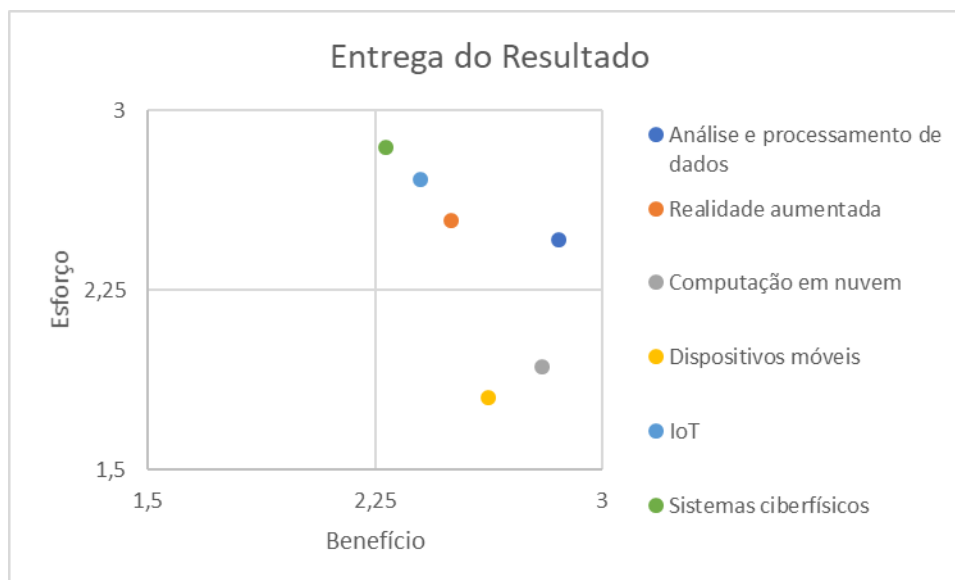


Fonte: Autora (2018).

Para a **preparação do serviço**, ou seja, o recebimento do material para medição (podendo ser compreendido aqui como os dados do processo produtivo ou o material físico para medição) e sua devida homologação para realização do serviço, a Figura 19 apresenta o resultado neste processo. Nota-se que “análise e processamento de dados”, que incorpora tecnologias como algoritmos avançados para armazenamento e mineração dados, é a que deve ser priorizada, pois apresenta um benefício alto com um esforço baixo. Entende-se que esse dado seja bastante fiel ao que foi apresentado anteriormente, com a integração do laboratório

com a indústria, esse deve receber os dados dos seus clientes, ter ferramentas para o seu processamento para entregar o conhecimento sobre o que significam essas medições. Nessa categoria 12,5% dos respondentes avaliam que “computação em nuvem” não é aplicável nesse processo.

**Figura 21 - Tecnologias para Entrega dos Resultados**



Fonte: Autora (2018).

A **realização do serviço** contempla a execução da medição (para o caso da entrega de bem físicos a serem medidos) ou interpretação dos dados recebidos do cliente. Nesse processo também está incluído o registro dos resultados. Conforme Figura 20 a “computação em nuvem” aparece novamente com a melhor relação esforço-benefício.

Com relação a **entrega do resultado**, ou seja, o envio do relatório de medição, certificado de calibração ou relatório da verificação do processo a Figura 21 - Tecnologias para Entrega dos Resultados representa o cruzamento esforço-benefício. Percebe-se que a “computação em nuvem” aparece novamente com a melhor relação, seguida dos “dispositivos móveis”. Nesse processo 12,50% dos respondentes afirmam que “sistemas ciberfísicos”, “realidade aumentada” e “análise e processamento de dados” são tecnologias que não se aplicam ao processo de entrega de resultado.

Nota-se que em todas os cruzamentos, as tecnologias propostas por Cavalcante e Almeida (2017) apresentam algum nível de benefício para os processos dos serviços metrológicos. Os “sistemas ciberfísicos”, ditos como adaptativos e preditivos que conectam o mundo físico com o mundo virtual por meio do processamento de dados utilizando-se de sensores e atuadores, é o conjunto de tecnologias que demanda maior esforço para implementação, com benefícios similares a tecnologias que apresentam o mesmo benefício com esforço menor.



Conforme citado por Kans e Ingwald (2016) as tecnologias dentro dessa revolução devem ser vistas como um ativo comum, facilitador, sendo utilizada em toda a cadeia de valor para criar informações que possibilitem que os membros se adaptem mais rapidamente às mudanças e criem uma colaboração mais estreita entre os elos.

#### 4.5. PROPOSIÇÃO DE PRÁTICAS OPERACIONAIS DO SERVIÇO METROLÓGICO FOCADO PARA A INDÚSTRIA 4.0

Analizada a interpretação da RP2M sobre a Indústria 4.0 e a prestação de serviços para esta, e apresentados os elementos para projeção do serviço metrológico focado na indústria 4.0, esse tópico traz um resgate dos pontos em destaque, anteriormente apresentados, visando sugerir um conjunto de práticas operacionais para laboratórios de serviços metrológicos, visando atender as Indústrias 4.0.

Partindo da percepção que a prestação de serviço para indústria 4.0 é altamente complexa, buscou-se através de uma visão holística - dentro dos elementos “operações”, “clientes”, “produtos” e “tecnologias” - por práticas operacionais transversais, apontando um conjunto de ações para beneficiar a prestação de serviços metrológicos focada na indústria 4.0.

É notável que a percepção de valor da metrologia decresce na sua cadeia de rastreabilidade - com relação à qualidade das medições e uso consciente dos resultados metrológicos - impactando a competitividade dos laboratórios. Desta forma considera-se que neste novo paradigma industrial, os laboratórios necessitam ofertar um produto customizado e embarcado de conhecimentos.

Dentre os dados apresentados avalia-se, que o laboratório poderá monitorar os processos produtivos dos clientes e para tal necessita receber dados em tempo real dos processos produtivos e prestar um atendimento remoto. Ter interface digital de assistência e prestar serviços remotos serão operações que podem estar presentes no processo de suporte ao cliente em todos os laboratórios metrológicos,

Julga-se que quanto maior a flexibilização do produto ofertado, maior deverá ser a sua negociação, dificultando uma padronização de precificação para cotação autônoma do cliente. Aos produtos com menor personalização, sendo até mesmo uma medição “padrão”, o “carrinho de compras” *online* pode ser uma boa maneira para agilizar a oferta do produto. Ao oferecer um escopo flexível, um laboratório metrológico pode entregar um produto direcionando aos “reais” problemas de seus clientes ocupando um lugar estratégico na cadeia de valor.

No cruzamento esforço-benefício para implantação das tecnologias da Indústria 4.0 nos processos do laboratório metrológico inovações como “computação em nuvem”, “análise e processamento de dados” e “dispositivos móveis” aparecem com um bom benefício e baixo

esforço para implantação, quando comparadas às outras discutidas. Tais tecnologias podem ser utilizadas da seguinte forma:

- Computação em nuvem – compartilhamento de dados entre indústria e laboratório em tempo real;
- Dispositivos moveis – *tablets*, *smartphones*, *websites* podem possibilitar o atendimento remoto ao cliente;
- Análise e processamento de dados – através da mineração dados, busca por padrões pode formar um conhecimento metrológico mais assertivo auxiliando na tomada de decisões metrológicas.

Vale ressaltar que em um serviço tal como assessoria ou treinamento, a realização e a entrega do mesmo ocorrem de maneira síncrona, desta forma a “computação em nuvem” juntamente com os “dispositivos móveis” podem auxiliar no processamento de dados e atendimento remoto.

Avalia-se que as tecnologias implantadas em um laboratório necessitam ser vistas como um ativo que além de otimizar os seus processos também deverão gerar benefício a seus clientes, como rastreamento de um pedido, agilidade na cotação, atendimento remoto dentre outros. Entende-se que as tecnologias, assim como nas revoluções anteriores, são os elementos motrizes deste contexto, porém apenas possuir esses artifícios não servirá.

No decorrer da análise dos dados, notou-se que os prestadores de serviços metrológicos possuem dificuldades de avaliar suas capacidades dentro do contexto da transformação digital, o que os impede de tomar medidas estratégicas.

A literatura aponta que a prestação de serviços no contexto da Indústria 4.0 deve beneficiar o seu ecossistema empresarial. Conforme indicado pelos respondentes a integração com a cadeia de valor é o maior desafio dos laboratórios e será justamente ela que permitirá que o serviço agregue valor e seja um diferencial estratégico. Há necessidade destes prestadores manter um estreito relacionamento com os seus clientes. Antever suas demandas, investir em novas capacitações, fornecendo um serviço confiável e compatível com as necessidades do mercado serão processos decisivos para manter a competitividade estratégica.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de inovações tecnológicas transforma continuamente a maneira com que tecnologias, pessoas e empresas interagem remodelando a sociedade e sua organização. A competitividade neste contexto demanda das empresas uma busca constante por produtividade, redução do tempo de lançamento de novos produtos e geração de novos modelos de negócio. Esta situação que ocorre nas indústrias, deve ser acompanhada pelos seus prestadores de serviços.

Ao se tratar do tema “indústria 4.0”, nota-se: uma subjugação da temática no mercado por causa do modismo; falta de convergência do conceito no meio acadêmico e; capacitação coesa para a cadeia de valor, visando a conscientização da importância do assunto. Desta forma, entende-se que explorar e descrever esse tema, fazendo um julgamento a luz da teoria e analisando os seus desdobramentos nas organizações, contribui para a criação e desenvolvimento de negócios coesos com a necessidade do mercado. Entende-se que a academia deva contribuir para esse processo de transformação digital por meio de novos estudos que avaliem o uso das tecnologias de uma maneira estratégica.

Neste contexto o desenvolvimento do presente estudo possibilitou interpretar a Indústria 4.0 sob a ótica dos membros da Rede SIBRATEC RP2M e assim propor um conjunto de práticas operacionais que beneficiem os laboratórios de serviços metrológicos nesse novo contexto de transformação digital. Esse trabalho apresenta um conjunto de soluções técnicas, tecnológicas e organizacionais que podem ser avaliadas pelos laboratórios metrológicos a fim de se manterem competitivos.

Para que tal objetivo fosse alcançado, houve o seu desdobramento em três objetivos específicos. No primeiro foi realizada uma revisão bibliográfica para compreender os conceitos da Indústria 4.0 e da prestação de serviços visando selecionar os fatores similares que posteriormente foram analisados. A pesquisadora constatou que “operações”, “clientes”, “produtos” e “tecnologias” são os fatores relevantes que devem ser analisados quando se busca projetar a prestação de serviços focada para a Indústria 4.0.

No segundo objetivo específico, foi interpretada a compreensão dos membros da Rede SIBRATEC RP2M, sobre o conceito da Indústria 4.0 e a prestação de serviços metrológicos para esta, por meio de coleta de opinião. Conclui-se que o entendimento dos membros quanto a da Indústria 4.0 ainda se confunde com termos da Indústria 3.0. Todavia, os mesmos já percebem os conceitos da Indústria 4.0 como altamente complexos, ainda sem orientação estratégica focada aos serviços metrológicos. Por mais incerto que esteja esse conhecimento, os membros afirmam que não haverá diminuição da relevância da metrologia nesse contexto, mantendo o seu papel imprescindível na garantia da qualidade dos serviços.

O último objetivo específico visou projetar, por meio da avaliação dos membros da Rede RP2M, a prestação de serviços metrológicos focada na indústria 4.0 dentro dos fatores selecionados no primeiro objetivo específico.

Como objetivo desta pesquisa sugere-se aos laboratórios, práticas como, ofertar conhecimento, possuir escopo flexível, monitorar os processos produtivos dos clientes, receber dados em tempo real, prestar um atendimento comercial remoto, ter interface digital de assistência e prestar serviços remotos são operações que podem estar presentes no processo de suporte ao cliente em todos os laboratórios metrológicos. Destaca-se que as tecnologias implantadas em um laboratório necessitam ser vistas como um ativo que além de otimizar os seus processos também deverão gerar benefício a seus clientes, como rastreamento de um pedido, agilidade na cotação, atendimento remoto dentre outros.

Por se tratar de um estudo descritivo tal trabalho apresentou um conjunto de práticas operacionais que podem ser adotadas pelos laboratórios que possuem como cliente as indústrias 4.0. Trabalhos futuros podem criar hipóteses baseadas nos dados aqui coletados e testar as mesmas com uma população maior, não limitada apenas a laboratórios incluídos em Redes Tecnológicas, como a SIBRATEC. Outra sugestão é avaliar a demanda em metrologia das indústrias, pois coletar a opinião destas pode contribuir para um cruzamento de demanda e oferta. Devido a pouca orientação estratégica dos laboratórios, estudos posteriores podem assistir na criação de modelos de diagnóstico para auxiliar nessa orientação.

Ressalta-se a preocupação dos membros da RP2M e necessidade apresentada na literatura da integração da cadeia produtiva neste novo paradigma de produção, desta forma avalia-se que o modelo cultural econômico brasileiro ainda não possibilita a integração da cadeia produtiva permitindo uma coopetição justa entre os atores. Há necessidade de quebrar barreiras regulatórias e estruturais consolidadas anteriormente se quisermos ser competitivos nesse cenário digital. É indispensável a criação de ferramentas práticas e colaborativas que visem a integração da academia, com indústria e o governo possibilitando um desenvolvimento ativo, com formação e disseminação do conhecimento de forma fluída, gratuita e aberta a todos os interessados em contribuir.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, Marcelo Teixeira de. **Transformação Digital na Indústria: Indústria 4.0 e a Rede de Água Inteligente no Brasil**. 2017. 177 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-28062017-110639/pt-br.php>>. Acesso em: 02 abr. 2018.
- BECKERT, Sueli Fischer. **Sistema de gerenciamento de informações em laboratório de calibração prestador de serviços: um modelo informatizado**. 1997. xii, 85f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 1997.
- BIENKOWSKA, Elżbieta. **Opening speech at the Stakeholder conference on the Services Passport**. 2016. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2014-2019/bienkowska/announcements/services-40\\_en](https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2014-2019/bienkowska/announcements/services-40_en)>. Acesso em: 22 jun. 2018.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – (MCT). **Programa tecnologia industrial básica e serviços tecnológicos para a inovação e competitividade**. Coordenação de Política Tecnológica Industrial. Ministério da Ciência e Tecnologia: Brasília, 2001.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). **Plano de CT&I para Manufatura Avançada no Brasil: Pro Futuro Produção do Futuro**. 2017. Disponível em: <[https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologias\\_convergentes/arquivos/Cartilha-Plano-de-CTI\\_WEB.pdf](https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologias_convergentes/arquivos/Cartilha-Plano-de-CTI_WEB.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- CAVALCANTE, C. G. S.; DE ALMEIDA, T.D. Os benefícios da Indústria 4.0 no gerenciamento das empresas. **Journal of Lean Systems**, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 125-152. 2017.
- COLLIN, J. et al. **IT leadership in transition-the impact of digitalization on finish organizations**. Helsinki-Finland: Unigrafia Oy, 2015.
- COMISSÃO EUROPEIA (Bruxelas). **Futuro da Europa é digital: países da UE comprometer-se-ão, em Roma, com um avanço mais profundo no:** Comunicado à Imprensa. 2017. Disponível em: <[http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-17-687\\_pt.pdf](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-687_pt.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2018.
- COMISSÃO EUROPEIA (Bruxelas). **Coordenação de iniciativas europeias, nacionais e regionais:** Política, Digital Single Market. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/coordination-european-national-regional-initiatives>>. Acesso em: 27 mar. 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Desafios para Indústria 4.0 no Brasil**. 1. ed. Brasília: CNI, 2016. 34 p. Disponível em: <[https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/d6/cb/d6cbfbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios\\_para\\_industria\\_40\\_no\\_brasil.pdf](https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf)>. Acesso em: 11 de mar. 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Metrologia: Conhecendo e aplicando na sua empresa**. 2. ed. Brasília: CNI, 2002. 87 p. Disponível em: <[http://www.portaldaindustria.com.br/relacoesdetrabalho/media/publicacao/chamadas/SondEspacial\\_Industria4.0\\_Abril2016.pdf](http://www.portaldaindustria.com.br/relacoesdetrabalho/media/publicacao/chamadas/SondEspacial_Industria4.0_Abril2016.pdf)>. Acesso em: 11 de mar. 2018.
- CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMATIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – CONMETRO. Comitê Brasileiro de Metrologia - CBM. **Diretrizes**

**estratégicas para a metrologia brasileira 2018-2022.** Documento aprovado na 51ª Reunião do CBM em 18 de abril de 2017. 2017. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/dirEstrategica/diretrizes-estrategicas-metrologia-brasileira-2018-2022.pdf>>. Acesso em: 02 de jun. 2018.

DATABASE SEBRAE. **PIB - Produto Interno Bruto.** Disponível em: <<http://datasebrae.com.br/pib/#3>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype? [Industry Forum]. **Ieee Industrial Electronics Magazine**, [s.l.], v. 8, n. 2, p.56-58, jun. 2014. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/mie.2014.2312079>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

FERREIRA, F. V. et al. **Tecnologia industrial básica e inovação nas micro, pequenas e médias empresas de base tecnológica.** 2009. 117 f. Dissertação (Mestrado)-Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Centro Técnico Científico, Programa de Pós-Graduação em Metrologia para a Qualidade e Inovação, 2009.

FLEURY, A. **A tecnologia industrial básica (TIB) como condicionante do desenvolvimento industrial na América Latina.** 2007. Disponível em: <[https://www.cepal.org/iyd/noticias/paginas/1/31431/TIB\\_Fleury.pdf](https://www.cepal.org/iyd/noticias/paginas/1/31431/TIB_Fleury.pdf)>. Acesso em: 02 jun. 2018.

FROTA, Maurício Nogueira. Impacto das normas da qualidade no mercado brasileiro de serviços técnicos. **Ciência da Informação**, v. 23, n. 2, 1994. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/544/544>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

GIANESI, I. G. N.; CORRÊA, H. L. **Administração estratégica de serviços: operações para a satisfação do cliente.** São Paulo: Atlas, 1994.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2014.

GRONROOS, C. **Marketing: gerenciamento e serviços.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

HEINDL, A. et al. **Industrie 4.0 Possibilidades de colaboração com a cooperação para o desenvolvimento e a economia alemã na área de tecnologia / transferência de know-how para o Brasil.** 2016. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Disponível em: <[http://www.ahkbrasil.com/downloads/Arquivos/GIZ\\_Abschlussbericht\\_07\\_10\\_2016\\_FINAL%20portugues\\_FR\\_clean.pdf](http://www.ahkbrasil.com/downloads/Arquivos/GIZ_Abschlussbericht_07_10_2016_FINAL%20portugues_FR_clean.pdf)> Acesso em: 12 abr. 2018.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. **Proceedings of 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)**, Koloa/HI, USA, 3928-3937. Doi: 10.1109/HICSS.2016.488.

INDUSTRIAL INTERNET CONSORTIUM. **Industrial Internet Consortium & Plattform Industrie 4.0. - COLLABORATION FOR INTEROPERABILITY.** Disponível em: <<http://www.iiconsortium.org/iic-and-i40.htm>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE METROLOGIA - INMETRO – **Listagem de laboratórios.** Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/lista\\_laboratorios.asp?sigLab=&codLab=&tituloLab=&uf=&pais=&classe\\_ensaio=&area\\_atividade=&descr\\_escopo=&Submit2](http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/lista_laboratorios.asp?sigLab=&codLab=&tituloLab=&uf=&pais=&classe_ensaio=&area_atividade=&descr_escopo=&Submit2)>

=Buscar><[http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/lista\\_laboratorios.asp](http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/lista_laboratorios.asp)>. Acesso em 27 maio. 2018.

KAGERMANN, H. et al. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0**. n. Abril, p. 4–7, 2013.

KANS, M.; INGWALD, A. Business model development towards service management 4.0. **Procedia CIRP**, v. 47, p. 489-494, 2016.

KANS, M.; INGWALD, A. Business Models for After Sales Services—Current State and Future Directions. In: **Proceedings of the 10th World Congress on Engineering Asset Management (WCEAM 2015)**. Springer, Cham, 2016. p. 333-346.

KANS M, INGWALD A. A framework for business model development for reaching service management 4.0. **Journal of Maintenance Engineering**. 2016. p. 398-407.

KHAN, Shahyan. **Leadership in the digital age: study on the effects of digitalisation on top management leadership**. 2016. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculty Of Social Sciences, Stockholm Business School, Management & Organisation, Stockholm University, Estocolmo, 2016. Disponível em: <<https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/16540>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LOVELOCK, C. H.; WRIGHT, L. **Serviços: marketing e gestão**. São Paulo: Saraiva, 2006.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de Marketing: Uma Orientação Aplicada**, 6 edição. Porto Alegre:Bookman, 2012.

OLIVEIRA, A.; MARGOTTI, E.; OLIVEIRA, E. A Educação a Distância e o fortalecimento dos membros da Rede PRODSAÚDE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA (CBM), 9., 2017, Fortaleza. **Anais...** . Fortaleza: Bom, 2017. p. 1 - 4. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/2050011876/438>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

PWC – Price Water House Coopers. (2016). Global Industry 4.0 Survey. **Indústria 4.0: Digitalização como vantagem competitiva no Brasil**. Disponível em: <<https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/assets/consultoria-negocios/2016/pwc-industry-4-survey-16.pdf>> Acesso em: 02 abr. 2018.

RENNUNG, F.; LUMINOSU, C. T.; DRAGHICI, A. Service provision in the framework of Industry 4.0. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 221, p. 372-377, 2016.

RODRIGUES, L. F.; DE JESUS, R. A.; SCHÜTZER, K. Industrie 4.0 – Uma Revisão da Literatura. **Revista de Ciência & Tecnologia**, São Paulo, v. 19, n. 38, p. 33-45. 2016.

RP2M. **Rede SIBRATEC de Serviços Tecnológicos para Produtos de Manufatura Mecânica**. Disponível em: <<http://rp2m.org.br/>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

SCHUMACHER, A.; EROL, S.; SIHN, W. (2016). A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. **Procedia CIRP**, 52, 161-166.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016. 160 p.

SIBRATEC. **Sistema Brasileiro de Tecnologia**. Disponível em: <<https://sibratec.mctic.gov.br/sibratec/#?c=20>> Acesso em: 18 jun. 2018.

TIRONI, L. F. Serviços tecnológicos. In: DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. (Orgs.). **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: Ipea, 2016.

WORLD ECONOMIC FORUM – WEF (Org.). **Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact: Global Agenda Council on the Future of Software & Society**. 2015.

Disponível em:

<[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GAC15\\_Technological\\_Tipping\\_Points\\_report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2018.



## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO

### Serviços Metrológicos no Contexto da Indústria 4.0

Essa pesquisa tem por objetivo analisar a prestação de serviços metrológicos focada na Indústria 4.0 e faz parte do desenvolvimento do modelo de laboratórios adaptados à transformação digital - foco da rede RP2M. A mesma é subsídio para o trabalho de conclusão do Curso de Bacharel em Administração da Universidade Federal de Santa Catarina.

Esse questionário é estruturado em três partes: a primeira com informações sobre o perfil do respondente; a segunda com perguntas abertas visando a compreensão de conceitos básicos e olhar estratégico; a terceira composta por questões fechadas buscando interpretar a aplicação de conceitos em processos.

Todas as respostas aqui recebidas serão confidenciais e utilizadas apenas para âmbito desta pesquisa. O resultado da pesquisa será disponibilizado ainda em 2018.

O tempo médio de resposta é de 15 - 20 minutos.

#### Parte 1 - Perfil do respondente

Essa sessão é dirigida a coletar informações sobre o respondente

\* 1. Sua empresa/instituição faz parte da RP2M?

- ☐ Sim  
☐ Não

\* 2. Sua formação acadêmica

- ☐ Ensino Técnico  
☐ Ensino Superior (Bacharel, Tecnólogo, Licenciatura)  
☐ Pós Graduação - Lato Sensu (Especialização)  
☐ Pós Graduação - Stricto Sensu (Mestrado, Doutorado)  
☐ Outro (especifique)

\* 3. Seu cargo na empresa/instituição que atua

- ☐ Técnico  
☐ Analista  
☐ Pesquisador  
☐ Gerente  
☐ Outro (especifique)

\* 4. Economia da empresa/instituição

- ☐ Privada
- ☐ Pública
- ☐ Mista

\* 5. Serviço ofertado

- ☐ Ensaio
- ☐ Calibração
- ☐ Medições Diversas
- ☐ Outro (especifique)

**Parte 2 – Interrogações conceituais**

**Essa sessão visa captar algumas percepções conceituais a respeito da Indústria 4.0 e da prestação de serviços metrológicos.**

- \* 6. Atualmente estamos cercados por informações sobre a **transformação digital nas indústrias**, sendo nominada por alguns como *Indústria 4.0* ou *Manufatura Avançada*. Na sua opinião **o que é** a "Indústria 4.0"?

(Sem limites de caracteres)

- \* 7. A **Indústria 4.0** vem embarcada de conceitos disruptivos para todos os integrantes da cadeia produtiva: transforma-se à sociedade a medida que se altera a forma de relações entre os stakeholders.

Baseado nessa afirmação responda:

- Qual o papel do laboratório prestador de serviço metrológico neste contexto?
- O que muda quando falamos de metrologia e avaliação da conformidade?

(Sem limites de caracteres)

### Parte 3 - Aplicação prática

Essa sessão é composta por questões fechadas buscando interpretar a aplicação de conceitos da Indústria 4.0 em processos laboratoriais.

\* 8. Avalie as afirmativas abaixo.

Um laboratório prestador de serviços metrológicos "4.0" deve **OFERTAR**:

	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
Produtos que agreguem valor ao ecossistema empresarial.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Informação e conhecimento mais do que resultados de medição.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produto composto por um mix de bem-físico (relatório) e serviço (treinamento/assessoria).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escopo de atuação flexível focado nas necessidades personalizadas dos clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produtos via plataforma com precificação autônoma pelo cliente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* 9. Avalie as afirmativas abaixo:

Um laboratório prestador de serviços metrológicos "4.0" DEVE:

	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
Ter contrato com seus stakeholders baseado em performance.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ser capaz de monitorar os seus processos produtivos do cliente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Receber dados em "tempo real" dos sistemas de medição de seus clientes para auxiliar nas decisões de metrologia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ter interface de atendimento digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realizar atendimento remoto ao cliente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Texto para as questões 10 e 11:

As **tecnologias** da Indústria 4.0, podem ser agrupadas de acordo com suas funcionalidades:

- **Análise e processamento de dados:** baseadas em algoritmos avançados para otimização dos processos;
- **Realidade aumentada:** inserem objetos virtuais no ambiente físico, mostrando ao usuário em tempo real com o apoio de algum dispositivo tecnológico;
- **Computação em nuvem:** permite o processamento remoto de dados;
- **Dispositivos móveis:** utilizam terminais móveis para acesso às informações (smartphones, tablets etc);
- **IoT:** realizam a comunicação e apresentação das informações.
- **Sistemas ciberfísicos:** sistemas adaptativos e preditivos que conectam o mundo físico com o mundo virtual por meio do processamento da informação.

\* 10. Dados os Grupos de Tecnologias, avalie o **BENEFÍCIO** das mesmas em cada processo laboratorial. Sendo:

- "NA" não se aplica
- "0" nenhum benefício
- "1" pouco benefício
- "2" médio benefício
- "3" muito benefício

	Avaliação do Serviço	Preparação do Serviço	Realização do Serviço	Entrega do Resultado
Análise e processamento de dados	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Realidade aumentada	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Computação em nuvem	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Dispositivos móveis	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
IoT	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sistemas ciberfísicos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

\* 11. Dados os Grupos de Tecnologias, avalie o **ESFORÇO** para implantação das mesmas em cada processo laboratorial. Sendo:

- "NA" não se aplica
- "0" sem esforço
- "1" pouco esforço
- "2" médio esforço
- "3" alto esforço

	Avaliação do Serviço	Preparação do Serviço	Realização do Serviço	Entrega do Resultado
Análise e processamento de dados	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Realidade aumentada	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Computação em nuvem	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Dispositivos móveis	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
IoT	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sistemas ciberfísicos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

\* 12. Na sua opinião, onde estão os maiores desafios para a implantação de um serviço metrológico focado para a Indústria 4.0? Numere de 5 (maior desafio) a 1 (menor desafio).

5 4 3 2 1	<input type="text"/>	Regulação (Falta ou restrições de regulações)
5 4 3 2 1	<input type="text"/>	Tecnologias (Inexistência ou alto custo/inviabilidade de tecnologia)
5 4 3 2 1	<input type="text"/>	Capital Humano (Ausência de Profissionais qualificados com as competências necessárias)
5 4 3 2 1	<input type="text"/>	Cadeia Produtiva (Baixa percepção de valor de serviços metrológicos 4.0 pela Cadeia Produtiva)
5 4 3 2 1	<input type="text"/>	Infraestrutura (Inexistência ou alto custo/inviabilidade de infraestrutura adequada)